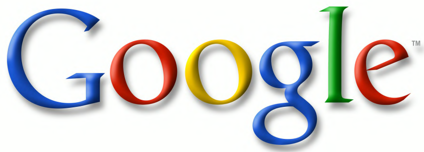
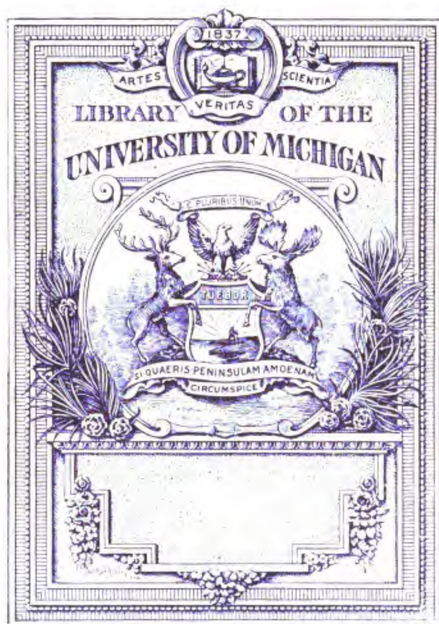
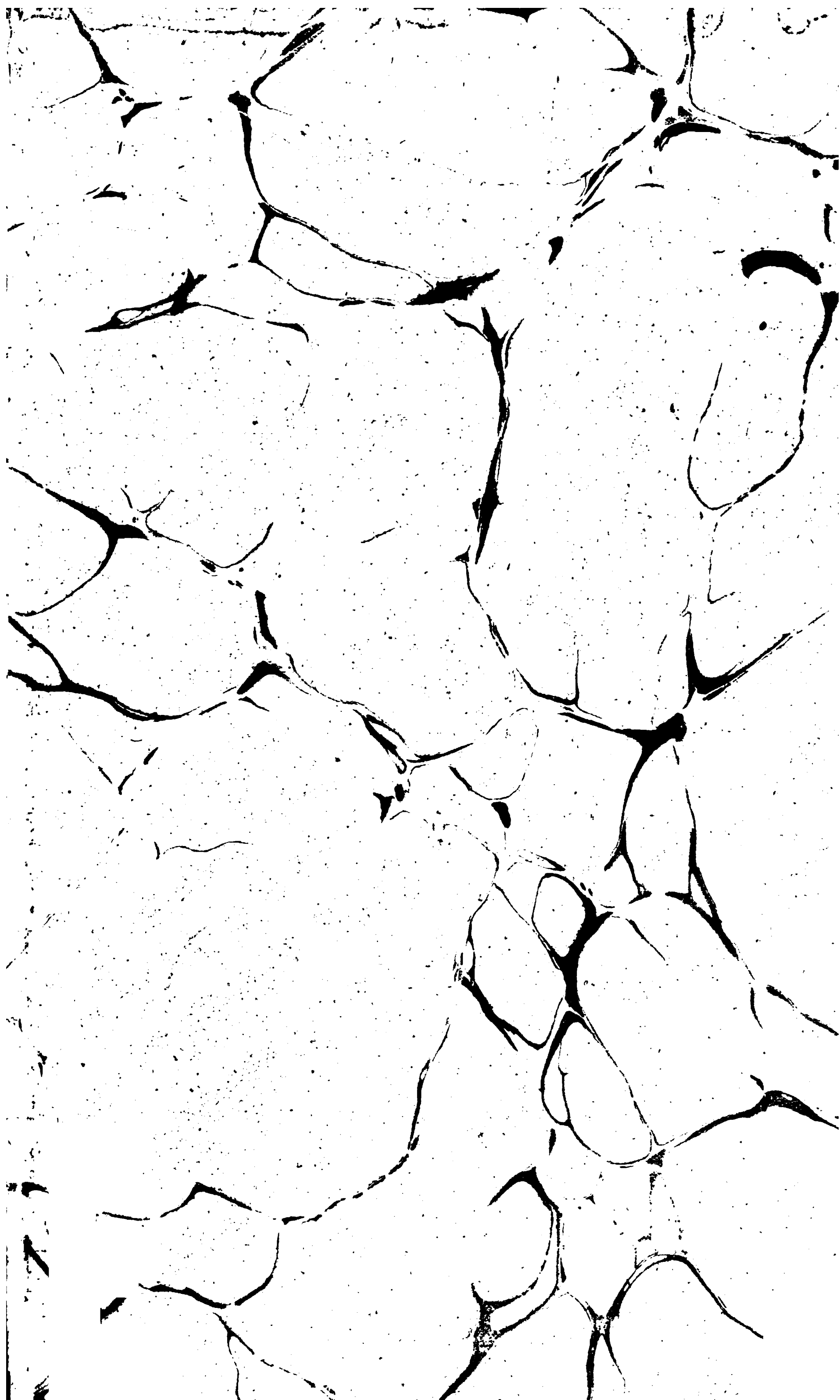



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ANNALES

DU

CONSERVATOIRE

DES ARTS ET MÉTIERS.



PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS.

ANNALES

DU

CONSERVATOIRE

DES ARTS ET MÉTIERS,

PUBLIÉES PAR LES PROFESSEURS.

2e SÉRIE. — TOME II.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

ANNALES
DU
CONSERVATOIRE
DES ARTS ET MÉTIERS.

APERÇU
DU COMMERCE ET DE LA PRÉPARATION
DES PEAUX EN POILS
DITES PELLETERIES ET FOURRURES.

Par M. AIMÉ GIRARD.

I. — Définitions. — Généralités.

Parmi les branches diverses que comprend l'art de préparer les peaux, il en est une qui, peu connue du public français, même du public éclairé, mérite cependant toute son attention. Si, en effet, les peaux qu'elle met en œuvre sont, le plus souvent, d'origine étrangère, on la voit cependant utiliser aussi, comme matière première, la peau de petits animaux ayant vécu sur notre sol, et provenant soit de notre élevage, soit de notre chasse; on la voit, en outre, par les remarquables transformations qu'elle fait subir à ces peaux, apporter

dans les ateliers de notre pays une main-d'œuvre considérable, en même temps que, par l'élégance avec laquelle elle les apprête, elle contribue, à l'étranger, à la bonne renommée du goû tfrançais.

A côté de la tannerie, de la chamoiserie, de la mégisserie, etc., qui toutes se proposent d'assouplir et de rendre imputrescibles les peaux préalablement ébourrées, c'est-à-dire débarrassées de leurs poils, cet art nous présente une industrie singulièrement intéressante, qui, elle, au contraire, se propose d'assouplir et de rendre imputrescibles les peaux garnies encore des poils qui protégeaient les animaux contre le froid.

La récolte des matières premières si variées que cette industrie met en œuvre offre nombre de côtés pittoresques, le commerce auquel elles donnent lieu est des plus étendus, et les procédés enfin à l'aide desquels on les amène à la forme marchande sont aussi curieux qu'imprévus.

A ces matières premières on donne le nom générique de *peaux en poils;* quand elles arrivent sur le marché, elles prennent celui de *pelleteries : pelleteries apprêtées* quand elles ont été déjà travaillées et assouplies, *pelleteries brutes* ou *crues* si elles n'ont subi aucun apprêt. Et, à partir du moment, enfin, où elles arrivent aux mains de l'artiste qui les doit couper et utiliser à la confection d'un vêtement ou d'un objet de toilette, elles deviennent des *fourrures.*

Ces peaux en poils, ces pelleteries, ces fourrures, quand elles sont de qualité supérieure, sont désignées d'habitude et abréviativement sous le nom de l'animal qui les a fournies; une peau de marte devient une *marte,* une peau de vison, un *vison,* etc. Mais, par contre, lorsqu'elles sont de qualité inférieure, c'est, en général, sous des noms de fantaisie qu'on les présente. Destinées surtout, dans ce cas, à imiter des fourrures de prix, elles prennent, le plus souvent, le nom de ces fourrures mêmes. C'est ainsi que les peaux de fouine, de rat musqué, de lapin, etc., portent toujours, quand elles sont appliquécs sur un vêtement, des appellations d'emprunt.

L'emploi des fourrures possède chez les différents peuples une importance très variable. Dans les pays chauds, cette

importance est nulle ; dans les pays tempérés comme la France, les fourrures doivent presque toujours être considérées comme des articles de luxe ; mais dans les pays froids, en Russie, en Suède, en Norwège, au nord de l'Amérique, l'emploi de vêtements doublés de fourrures devient une nécessité absolue.

Cet emploi même entraîne alors une dépense importante : un bourgeois de goûts simples et d'une situation aisée, en France, se vêtit l'hiver d'un paletot de drap dont le prix est d'une centaine de francs ; en Russie, un bourgeois, en même situation, ne peut, sans danger pour sa vie, s'exposer au froid du dehors s'il n'est enveloppé d'une pelisse *fourrée* de peaux en poils, c'est-à-dire doublée de fourrures, qui, alors même qu'elles sont de qualité ordinaire, représentent une dépense qui n'est pas moindre d'un millier de francs.

Sous le climat tempéré de notre pays, les froids assez vifs pour rendre l'usage des fourrures indispensable sont relativement rares et la France, par suite, ne saurait figurer normalement au nombre des grands clients du commerce des pelleteries. Mais il faut compter avec la mode et l'on a vu celle-ci, à certaines époques, donner aux fourrures une importance véritablement extraordinaire. Pendant toute la durée du XIVe siècle, notamment, le goût des fourrures devint presque une folie ; on les considérait comme l'apanage de la noblesse et c'était, alors, l'expression la plus haute du luxe que de se vêtir d'habillements complètement fourrés. Les chroniques du temps parlent de manteaux de cour dans la confection desquels étaient entrées trois cents peaux de martes de prix.

A cette période d'engouement, succéda, pendant les siècles suivants, une période, rarement interrompue, de décadence et c'est seulement dans la première moitié du XIXe siècle qu'on vit les fourrures reprendre faveur.

Aujourd'hui l'usage, en France, en est très répandu non seulement parmi les femmes qui les emploient comme doublures et bordures de manteaux, qui, sous forme de manchons, de cols, de boas, de pèlerines, etc., en font les accessoires de leur toilette, mais encore parmi les hommes qui, depuis quelques années, en ont adopté l'usage pour la doublure et l'orne-

ment de leurs vêtements d'hiver. On les voit enfin jouer dans l'ameublement, sous forme de tapis surtout, un rôle sérieux.

Mais si, de notre temps, les applications de la fourrure se sont largement vulgarisées, les prix de cette belle matière ne se sont point abaissés pour cela; les pelleteries d'origine ont toujours une grande valeur. De là, pour satisfaire au goût du public nombreux que la mode entraîne, la nécessité de créer des fourrures d'imitation, de faire de la fausse loutre, de fausse marte, etc. Et c'est ainsi qu'à côté du vieux commerce et de la vieille industrie des pelleteries de luxe sont venus s'établir et se sont développés le commerce et l'industrie des pelleteries courantes, empruntées à la dépouille d'animaux de peu de prix, comme le rat musqué, l'opossum et surtout le lapin.

Ce n'est pas, d'ailleurs, au point de vue exclusif de la consommation que l'on en fait en France que la fourrure doit nous intéresser, c'est aussi au point de vue des transformations que notre industrie fait subir soit aux pelleteries importées de l'étranger, soit aux peaux recueillies dans notre pays, et qu'elle exporte ensuite à l'état de produits confectionnés.

Chaque année, nous importons en France une quantité considérable de pelleteries pour fourrures; en 1889, cette quantité s'est élevée à 419 390^{kg}, représentant une valeur de 9 121 733^{fr}, et il convient de lui ajouter encore 551 752^{kg} de peaux de lapins et de lièvres dont la valeur, beaucoup moindre, s'élève cependant encore à 1 103 464^{fr}.

De cette énorme importation, dont la valeur en argent dépasse dix millions de francs, une quantité relativement faible est destinée à la consommation française; la plus grande partie, les deux tiers peut-être, après avoir été, dans nos ateliers, l'objet de préparations lucratives, est réexportée et livrée à l'étranger, sous la forme de fourrures, manchons, collets, etc., et surtout sous la forme de confections : manteaux, garnitures, etc., dont les frais de main-d'œuvre représentent pour le travail national un bénéfice considérable.

C'est à un nombre assez restreint de mammifères et de mammifères de petite taille que l'homme en général demande les

peaux en poils qu'il veut transformer en fourrures. Presque tous ces mammifères appartiennent à l'ordre des carnassiers, à la famille des carnivores, à la section des vermiformes, et la fouine, le putois de nos pays peuvent être considérés comme en représentant le type le plus ordinaire; les martes, les visons en représentent les types supérieurs. Quelquefois, cependant, c'est à la dépouille d'animaux appartenant à d'autres familles que l'homme s'adresse; c'est au castor, c'est à la loutre, c'est à l'écureuil, etc., c'est enfin, pour la préparation de toutes les fourrures d'imitation, au rat musqué et au lapin.

Suivant l'animal dont elles proviennent, pelleteries et fourrures présentent des différences de valeur dont peu de personnes connaissent l'étendue. Une peau de marte zibeline, qui mesure $0^{m},40$ sur $0^{m},15$, peut valoir jusqu'à 1000^{fr}, une peau de fouine de même taille, qu'on appellera marte de Suède ou marte de France, représente une valeur de 15^{fr} à 20^{fr}.

Cette différence dans la valeur des fourrures s'explique naturellement par la différence que les unes et les autres présentent sous le rapport de leurs mérites, et, pour le bien comprendre, c'est chose nécessaire que de définir et de préciser les qualités qui font d'une fourrure un produit de grand prix ou de prix ordinaire.

La fourrure est considérée comme d'autant plus belle que le poil en est plus élevé, plus fin et plus abondant; d'autant plus belle encore que la couleur s'en éloigne davantage des tons fauves qui caractérisent la pelleterie commune : le renard, le lièvre, etc. Aux poils qui constituent les fourrures les plus riches, appartient, en propre, une coloration toute remarquable et toute difficile à définir; c'est cette coloration d'un brun marron à reflets légèrement ardoisés, tirant sur le gris, même sur le bleu, qui caractérise la marte zibeline, la loutre du Kamtchatka et le renard bleu.

Cette coloration si belle, si agréable à l'œil, très peu de fourrures la possèdent naturellement. Mais, artificiellement, l'industrie aujourd'hui s'attache à la communiquer ou à communiquer des colorations analogues aux fourrures qui en sont dépourvues, de manière à rendre plus plaisant l'aspect de celles-ci.

Colorer ainsi les fourrures, c'est ce qu'on appelle les *lustrer*. Pendant longtemps, c'est à l'extrémité des poils que cette opération de lustrage s'est bornée, mais lorsque, avec le goût du luxe, et surtout du luxe à bon marché, l'usage des fourrures s'est répandu comme il l'est aujourd'hui, il a fallu faire davantage et colorer dans sa longueur tout entière le poil du lapin et du rat musqué pour imiter, à l'aide de ces modestes animaux, la marte, la loutre, etc. Le lustrage est devenu alors une véritable teinture. Les industriels français, et surtout les industriels parisiens, excellent dans les travaux de cette sorte et l'on voit, chaque année, des quantités considérables de pelleteries entrer en France, sous le régime de l'admission temporaire, pour, après avoir, par l'apprêt et le lustrage dans nos ateliers, acquis des mérites nouveaux, retourner à l'étranger.

Telle est la situation que présente aujourd'hui le commerce des pelleteries et fourrures. Un très petit nombre parmi ces produits, ceux seulement dont le prix est le plus élevé, arrivent au consommateur avec leur couleur naturelle; presque toutes les fourrures ordinaires sont lustrées à la pointe; la grande masse des fourrures communes est teinte à la pointe et sur le fond; j'exposerai bientôt les procédés à l'aide desquels le lustrage et la teinture sont conduits.

II. — Origine et préparation première des pelleteries.

C'est de régions bien diverses et bien nombreuses que proviennent les pelleteries que le commerce apporte sur le marché, mais c'est au Nord, naturellement, que se rencontrent les régions dont l'importance productive est la plus grande, et parmi celles-ci, c'est, d'une part, l'Amérique septentrionale, d'une autre la Russie asiatique qu'il faut, surtout, considérer.

Au nord de l'Amérique, auprès des grands lacs, se rencontrent les immenses territoires de la Nouvelle-Bretagne, dans lesquels, depuis 1763, est enclavée notre ancienne colonie du Canada. Aussi vastes que l'Europe entière, ces terri-

toires comptent à peine trois millions d'habitants. Là s'étendent des forêts sans fin, là règne pendant une grande partie de l'année un froid des plus vifs, et c'est chose naturelle, par conséquent, que la faune de ces contrées se montre riche en animaux à pelage chaud et fin. C'est de là, en effet, que viennent la plupart des belles fourrures.

Ce sont alors les produits de la chasse des indigènes. Ceux-ci, les sauvages, comme on les nomme aujourd'hui encore, n'ont pas d'autre industrie, et c'est à l'aide des peaux arrachées par eux au corps des animaux qu'ils ont tués ou pris, que, par simple voie d'échange, ils se procurent les objets que la civilisation européenne ou américaine leur apporte.. A travers le pays, une compagnie, créée en 1670 par Charles II d'Angleterre, que, depuis sa fondation, on désigne sous le nom de Compagnie de la baie d'Hudson, et dont la puissance est proverbiale, a créé des établissements, construit de petits forts, véritables comptoirs où, à certaines époques de l'année, les indigènes viennent échanger contre de la poudre, des armes, des vêtements et surtout de l'eau-de-vie, les peaux en poils que la chasse a mises entre leurs mains.

La Compagnie d'Hudson, cependant, n'est plus, aujourd'hui, le seul grand fournisseur des belles fourrures que l'Europe réclame. Depuis vingt ou vingt-cinq ans, en effet, son privilège a pris fin et à côté d'elle s'est développée, depuis cette époque, une autre compagnie plus puissante encore, la Compagnie Lampson qui, opérant par des procédés différents, lançant à travers le pays des ramasseurs braves et intelligents, a su, en peu d'années, acquérir dans le commerce des pelleteries une situation prépondérante.

A côté de l'Amérique du Nord, à côté du Canada, c'est la Russie asiatique septentrionale, c'est la Sibérie qui se présente comme fournisseur de fourrures de qualité supérieure. Au milieu des steppes et des déserts de cette contrée, viennent, à l'époque des grands froids, s'installer de petites colonies de Russes, les uns libres, les autres exilés (le nombre de ceux-ci s'élève, assure-t-on, à près de 15000) dont la chasse, chasse très pénible toujours et quelquefois dangereuse, de-

vient alors le gagne-pain. C'est de ces chasses sibériennes que proviennent les peaux les plus belles, que proviennent notamment ces martes zibelines qu'aucune autre fourrure ne saurait surpasser.

C'est vers deux marchés principaux que se dirigent les peaux de l'une et l'autre provenance. C'est à Londres, aux mois de janvier et de mars de chaque année, que se vendent toutes les peaux d'origine américaine ou canadienne, c'est à la foire d'Irbit, du 13 février au 13 mars, que se vendent toutes les belles fourrures de la Russie; quelques-unes encore apparaissent tardivement à la foire de Nijni-Novgorod, au mois d'août.

Cependant, ce serait se tromper que de conclure de ce qui précède que toutes les fourrures ont pour origine exclusive les régions canadiennes ou sibériennes; seules, les fourrures de prix sont dans ce cas.

Mais, en dehors de ces régions, on rencontre dans maintes et maintes autres parties du globe, nombre d'animaux intéressants par le pelage dont ils sont couverts, et dans toute l'Europe, même en France, on voit le chasseur tuer ou capturer, pour ensuite en vendre la peau, nombre d'animaux analogues, quelquefois même identiques, sous le rapport de l'espèce, à ceux qui nous viennent du Nord. C'est ainsi que, dans toute l'Europe se rencontrent des martes, des fouines, des putois, c'est-à-dire des animaux tout à fait semblables à la marte du Canada, au skunk d'Amérique. Mais c'est un fait d'observation constante que, toujours, les peaux provenant d'animaux de nos pays sont moins belles que les peaux d'animaux provenant des pays froids, que le duvet en est moins fin et moins fourni, que la couleur enfin, en tire davantage sur le fauve.

Ramassées dans nos campagnes par de petits commerçants que l'on désigne sous le nom de *chineurs*, associées aux peaux de lapin qui, elles aussi, jouent un rôle considérable dans le commerce et l'industrie du pelletier-fourreur, ces peaux indigènes, désignées habituellement sous le nom de *sauvagine*, viennent sur les marchés les plus divers s'offrir aux négociants qui, plus tard, les feront apprêter et lustrer.

D'où qu'elles proviennent d'ailleurs, c'est toujours suivant le même procédé que les peaux sont récoltées et préparées avant que d'être portées sur ces marchés. Pour que la peau soit trouvée belle et sans défaut, il faut que l'animal ait été capturé, pris au piège, assommé quelquefois. S'il en est autrement, si le chasseur doit recourir à l'emploi du fusil, il faut qu'il soit assez adroit pour que la balle ou le plomb frappent l'animal à la tête; celle-ci est sans valeur, en effet, tandis que chaque trou fait à la peau fait subir à celle-ci une dépréciation.

Quoi qu'il en soit, aussitôt mort et sans attendre, l'animal est dépouillé. Quelquefois la peau est, de haut en bas, fendue sur le ventre et dans toute sa longueur, la peau des pattes est fendue de même, et l'ensemble, détaché du corps de l'animal, est, poil en dessous, chair en dehors, légèrement cloué sur une planche, où on laisse la peau sécher doucement à l'ombre. Mais c'est là le cas le moins fréquent; le plus souvent, c'est par un autre procédé que l'on opère, procédé très vulgaire et bien connu, car il n'est autre que celui auquel la ménagère recourt, lorsqu'elle veut dépouiller un lapin. La peau est fendue à la culée seulement, et arrachée au corps de l'animal qu'elle quitte comme un véritable fourreau. Ainsi détachée, la peau est enfilée, la tête en haut, la queue en bas, généralement le poil en dedans sur une fourchette de bois, en forme de Λ renversé, sur laquelle, à l'ombre également, on l'abandonne à la dessiccation.

Quelquefois, cependant, c'est le poil en dehors que cette dessiccation a lieu et, de cette différence dans la manière de préparer les peaux, résulte que, sur le marché, celles-ci peuvent se présenter ou bien *sur poil* ou bien *sur cuir*. De ces deux états, c'est le dernier que le commerce préfère. Dans ce cas, en effet, c'est toujours chose aisée que de vérifier la qualité du poil; il suffit pour cela d'ouvrir la culée et de ramener quelques touffes à l'extérieur, tandis qu'en même temps l'acheteur a l'avantage de pouvoir examiner dans toute son étendue la peau elle-même, et se rendre compte des défauts qu'elle présente et même en certain cas de la saison dans laquelle l'animal a été pris ou tué.



III. — Qualités des pelleteries.

Quel que soit l'animal dont elle constitue la dépouille, une peau en poils se montre toujours constituée de la même façon et l'on y doit distinguer la peau même qui en forme le fond, et les poils qui en forment la parure.

Engaînés par l'épiderme, les poils descendent à travers le derme ou chorion, au milieu duquel ils pénètrent pour s'y fixer avec une grande solidité.

Chez tous les animaux, d'ailleurs, la parure apparaît formée de deux sortes de poils très différents; les uns qui en représentent la masse principale sont courts, fins et soyeux, d'un gris cendré : serrés les uns contre les autres, ils forment le *duvet;* les autres longs, secs, raides, espacés, à pointes vives, dépassent le duvet d'une longueur quelquefois considérable; ceux-ci forment le *jarre*. L'été, lorsque l'animal n'a pas besoin d'une couverture épaisse, le duvet tombe et devient rare, c'est le poil rude et long, c'est le jarre qui prédomine; lorsque le froid revient, le duvet repousse, dru et serré; c'est le vêtement d'hiver de l'animal, vêtement hors duquel le jarre apparaît toujours par des *pointes*. C'est sous ce dernier nom, du reste, que le jarre est désigné lorsqu'il appartient à une fourrure de prix. On dit la pointe de la marte, de la loutre, tandis qu'on dit le jarre du lièvre ou du renard.

De cette constitution normale de toutes les peaux en poils résulte aussitôt l'explication de ce fait, que la peau des animaux tués en hiver a toujours une valeur beaucoup plus grande que celle des animaux tués en été. C'est le duvet, en effet, c'est le poil d'hiver, en un mot, qui toujours forme le fond de la fourrure et qui, par sa finesse, sa douceur, sa couleur, en fait la beauté. Quant au jarre, l'utilité de sa présence dépend absolument de sa nature. S'il est fin et délicat, s'il se présente en pointes allongées et souples, sa présence est considérée comme donnant à la fourrure une beauté caractéristique et un prix élevé, c'est alors qu'on l'appelle la *pointe*. S'il est au contraire rude et grossier, sa présence est considérée comme

un défaut, elle diminue le prix de la fourrure et l'on a soin de le faire disparaître pour montrer avec son aspect doux et plaisant le duvet qu'il recouvre et dissimule.

La longueur, la souplesse, la finesse des poils dont est faite la parure de l'animal ne sont pas cependant les seules qualités qui déterminent la valeur de la pelleterie d'abord, de la fourrure ensuite, et à côté d'elles il convient de considérer encore la coloration de ces poils. C'est le jarre, en général, qui impose à chaque pelage sa coloration personnelle; le duvet, sur presque toutes les peaux, apparaît toujours en un même état de coloration : blanc à la base, gris cendré, quelquefois légèrement marron vers l'extrémité, tandis que d'un animal à l'autre, le jarre varie dans une large mesure sous le rapport de la coloration. Chez les animaux communs, il tire toujours plus ou moins sur le fauve; chez les animaux rares et dont la peau a du prix, il tire au contraire sur le marron, quelquefois sur le gris ardoisé, ou même sur le bleu. Et c'est parce que les tons fauves sont considérés comme déplaisants, qu'on arrache ou qu'on rase le jarre dans le premier cas, comme aussi c'est parce que les tons marrons et ardoisés sont réputés élégants qu'on conserve le jarre dans le second, en lui donnant le nom de pointe.

L'industrie, du reste, vient alors au secours de la mode et du goût. Les fourrures qui satisfont aux conditions que l'une et l'autre exigent sont rares et de grands prix. Pour les rendre plus nombreuses et pour les présenter à meilleur marché au consommateur, on a, depuis bien longtemps, depuis des siècles certainement, cherché à communiquer aux fourrures ordinaires l'aspect des fourrures de prix et l'on y est aisément parvenu en faisant subir au jarre une légère opération de teinture. A cette opération, tant qu'elle a été appliquée au jarre seulement, à la pointe, on a donné le nom de *lustrage des pelleteries*, mais plus tard et pour satisfaire à la vogue acquise par les fourrures, il a fallu faire davantage. Lustrer le poil à la pointe est devenu insuffisant; pour offrir à la consommation, à bon compte et en grand nombre, des fourrures plaisantes à la vue, il a fallu colorer les poils dans leur masse entière et même

la peau qui les supporte. Au lustrage est ainsi venue s'adjoindre une branche nouvelle de l'industrie tinctoriale.

Ces opérations de lustrage et de teinture cependant, ce n'est pas à la peau brute, telle qu'elle arrive sur les premiers marchés, qu'elle s'applique. Simplement desséchée, la peau est à ce moment sèche, raide, dénuée de la souplesse qu'exigent non seulement les usages qu'elle doit recevoir, mais encore les traitements industriels qui doivent en modifier la coloration. Pour lui donner cette souplesse, il faut, comme aux peaux ébourrées, lui faire subir une série d'opérations analogues à celles que comprennent certaines branches de l'art de préparer les peaux et notamment la chamoiserie. A l'ensemble de ces opérations, on donne le nom d'*apprêt*.

De telle sorte qu'entre l'achat des peaux brutes au chasseur ou au chineur et la vente, dans le magasin, des fourrures confectionnées, vient se placer une industrie importante, celle de l'apprêt, du lustre et de la teinture des peaux en poils. C'est aux produits achevés de cette industrie qu'appartient le nom de *pelleteries*.

IV. — Origine et valeur des pelleteries les plus usitées.

Les peaux que l'industrie du pelletier reçoit et qu'elle livre au fourreur après les avoir transformées, sont aussi nombreuses que variées, dans leurs dimensions, dans leur couleur, dans leur prix.

C'est des plus belles, des plus recherchées que je m'occuperai en premier lieu, pour graduellement arriver à l'examen de celles dont l'usage, généralement après des transformations diverses, est le plus répandu.

Martes. — Au premier rang, parmi les fourrures de prix, figurent les *martes* ou *martres* (*mustela*). Sous ce nom générique, on désigne un petit animal de $0^{m},25$ à $0^{m},30$ de longueur, au museau allongé, porteur d'une queue généralement longue et fournie, dont l'aspect général peut être défini par celui

qu'offre la fouine de notre pays. La marte, la fouine, le putois, en effet, sont tous animaux d'une même famille, mieux encore d'une même section.

Mais il est des martes d'origine et de valeur très diverses; on connaît surtout, parmi les fourrures précieuses, les martes zibelines et les martes du Canada, parmi les fourrures ordinaires, les martes de Suède, les martes de Prusse et les martes de France; celles-ci ne sont, en réalité, que des fouines.

La *marte zibeline* (*mustela zibellina*) est la plus belle de toutes les fourrures connues; c'est aussi l'une des plus rares; elle nous vient de Sibérie et se caractérise par la coloration ardoisée de ses pointes. Quelquefois, en Russie, pour accuser davantage cette coloration, les chasseurs suspendent pendant quelques jours les peaux de martes dans la cheminée. Exposés à l'action de la fumée froide, les poils prennent alors une teinte un peu plus foncée. C'est à la foire d'Irbit que se vendent les zibelines; en général, elles n'y sont pas très abondantes : c'est à quelques milliers de peaux seulement que le nombre s'en élève et les peaux irréprochables y sont, en réalité, très rares. Aussi est-ce un produit de très haut prix que la peau de marte zibeline ou marte de Sibérie; celles qui sont réellement belles ne valent pas moins de 500^{fr} et il en est dont le prix atteint exceptionnellement jusqu'à 800^{fr} et 1000^{fr}; celles-ci proviennent presque toujours de la province d'Iakoutz.

La *marte du Canada* (*mustela Canadensis*) est beaucoup plus abondante que la marte zibeline; chaque année on en vend à Londres 120 000 à 150 000 peaux. C'est une fourrure extrêmement belle encore, mais inférieure à la zibeline cependant, d'un ton plus brun, moins ardoisé, allant du jaune clair jusqu'au brun foncé. Aussi la marte du Canada est-elle souvent lustrée à la pointe de manière à remonter d'un ton, mais sans la changer, sa nuance naturelle. C'est du Canada, comme l'indique son nom, que cette marte provient exclusivement; quelquefois on en trouve de qualité inférieure et à bas prix, mais les belles peaux atteignent aisément une valeur de 150^{fr} à 200^{fr}.

La *marte de Prusse* est, en réalité, une *fouine* (*mustela foina*) qui se distingue cependant de la fouine qu'on rencontre

dans notre pays, en ce qu'elle perche dans les arbres, au lieu de vivre, comme celle-ci, dans des terriers. Elle en diffère en outre, en ce qu'elle a la gorge jaune et non pas blanche et en ce que la coloration de son poil incline davantage vers le marron foncé. On la désigne, en Allemagne, sous le nom de *baum-marder* (marte des arbres) pour la distinguer de la *stein-marder* (marte des rochers). La marte de Prusse n'est pas, d'ailleurs, très abondante; c'est à peine si le commerce en reçoit 25 000 peaux chaque année.

Quant aux *martes de Suède* et aux *martes de France* (*mustela martes*), elles ne représentent, bien probablement, qu'un seul et même animal. De l'avis des personnes les plus expérimentées dans le commerce des pelleteries, ce sont les mêmes peaux qui, à l'état naturel, prennent le nom de marte de France et, après avoir été lustrées, le nom de marte de Suède. Ce sont des *fouines*, en réalité, que l'on rencontre dans toute l'Europe et particulièrement en France.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs du nom sous lequel on les désigne, elles appartiennent les unes et les autres à un seul type zoologique facile à distinguer de la marte de Prusse, en ce qu'elles vivent dans des terriers et non sur des arbres. C'est à 100 000 environ que l'on peut estimer le nombre des peaux de cette sorte offertes chaque année au commerce; la France figure dans cette production pour 15 000 à 18 000 peaux.

Ces peaux sont de celles qu'habituellement on désigne sous le nom de *sauvagine* pour les distinguer des peaux provenant d'animaux domestiques, tels que le lapin.

Le pelage de la fouine présente toujours un jarre (on dit encore la pointe dans ce cas) de couleur grise, quelquefois d'un noir roux sans reflets ardoisés, le duvet en est presque blanc.

Généralement, en France du moins, la fouine n'est pas employée à l'état naturel; elle n'est recherchée sous cette forme que pour la doublure des pelisses usitées dans le Nord et surtout en Russie; une belle peau de fouine vaut alors de 10^{fr} à 12^{fr}, ce qui porte une pelisse doublée de peaux de cette sorte au prix de 800^{fr} à 1000^{fr}.

En France, c'est toujours après avoir été lustrée en imitation de marte du Canada, que la fouine s'emploie pour man-

chons, garnitures de manteaux, cols, etc. C'est alors qu'on la désigne sous le nom de marte de Suède; ainsi préparée, chaque peau vaut de 20fr à 25fr.

Le *putois* (*putorius*), est très analogue à la fouine, mais de plus petite taille; il s'en distingue, en outre, en ce que le duvet de sa fourrure, au lieu d'être blanc, est jaune, et que la pointe, au lieu d'être grise ou marron, est noire. Le putois a une valeur moindre que celle de la fouine; sa peau ne vaut que de 2fr, 75 à 3fr, 50. On estime que l'Europe fournit chaque année 150 000 à 200 000 de ces peaux, dont 40 000 proviennent de France.

En résumé, les martes et surtout les martes de prix sont des animaux relativement assez rares, mais qui se présentent sur une aire de dispersion énorme. On en rencontre partout, en Europe et en Amérique, et c'est chose toute naturelle, par suite, que d'en voir chaque année, malgré cette rareté relative, amener un nombre considérable sur le marché des pelleteries.

Visons. — A côté des martes de France, des fouines, etc., vient se placer, sous le rapport de sa valeur commerciale, le vison (*mustela vison*). Assez différent des martes et des fouines, le vison appartient, cependant, à la même famille zoologique. La fourrure en a été, à certaines époques, d'un prix assez élevé, mais cette valeur a, aujourd'hui, considérablement diminué, elle ne dépasse guère 9fr par peau. C'est une fourrure très solide, de couleur marron, tirant sur le gris, que, toujours, on emploie à l'état naturel. La teinte, en général du moins, en est uniforme, mais le poil plus abondant que celui de la marte, en est toujours moins élevé que celui-ci.

L'Amérique et la Russie, d'où les visons proviennent, en fournissent tous les ans 180 000 peaux environ.

Hermines. — C'est au groupe des martes qu'appartiennent encore les hermines (*mustela erminea*) dont la fourrure si recherchée autrefois, est aujourd'hui presque complètement délaissée. Rarement aujourd'hui, on voit cette belle fourrure intervenir à la toilette des femmes, c'est à la confection des

costumes officiels (magistrature, haut professorat, etc.), qu'elle est presque exclusivement réservée.

L'hermine est un mammifère de toute petite taille qui ressemble beaucoup à la belette de notre pays et mesure environ $0^m,25$ du bout du museau à la naissance de la queue. C'est au nord de l'Europe, mais surtout au nord de l'Asie et de l'Amérique qu'elle vit, et c'est en s'approchant des régions polaires seulement qu'on la rencontre en quantité notable. L'hermine est d'une sauvagerie proverbiale et il est peu d'animaux dont la capture exige plus d'habileté et surtout de persévérance.

Le pelage de l'hermine présente une particularité remarquable; pendant l'été, la couleur en est terne, d'un rose marron, et l'on dit alors que l'animal est *roselet;* mais, quand vient la saison froide, cette couleur disparaît rapidement et le poil devient d'un blanc éblouissant, absolument comparable à celui de la neige dont le sol est couvert à cette époque; l'extrémité de la queue, seule, reste noire en été comme en hiver. C'est pour cette cause que la saison froide convient seule à la chasse de l'hermine.

La fourrure de l'hermine est à poil ras et peu élevé; c'est là certainement une des considérations qui l'ont fait abandonner par la mode. Aujourd'hui, une peau apprêtée ne vaut pas plus de 1^{fr} à $1^{fr},50$.

Loutres. — Les fourrures que l'on recherche sous ce nom doivent être comptées au nombre des plus belles ; mais il ne faut pas s'y tromper et surtout ne pas s'y laisser tromper, les loutres véritables sont rares et c'est, souvent, à des produits d'imitation que ce nom est donné.

En laissant de côté, en effet, la fourrure commune qui, préparée en imitation de loutre, n'est autre que du *lapin rasé,* on désigne sous le nom de loutres les peaux provenant de trois animaux différents.

C'est, d'abord, la loutre de nos pays, loutre de rivière (*mustela lutra*), destructeur acharné du poisson, que l'on rencontre dans toute l'Europe et même en France. Le duvet en est fin, mais le jarre en est rude, long et fauve. Aussi, la fourrure n'en est-elle jamais utilisée que quand ce jarre en a été

arraché; le duvet lui-même, dont la couleur est grisâtre, est toujours, avant emploi, lustré dans son entier en marron plus ou moins foncé. C'est, en somme, une fourrure ordinaire; la peau d'une loutre, de bonne qualité ne vaut pas plus de 15^{fr} à 20^{fr}. Aussi n'est-ce pas à cette fourrure que la mode aujourd'hui, et avec raison, accorde ses préférences.

C'est à la grande *loutre de mer* ou *loutre de Kamtchatka* que devrait, en réalité, appartenir exclusivement, dans le commerce des pelleteries, la désignation de loutre; elle seule, en effet, fournit cette magnifique dépouille à laquelle on attache un si haut prix. La loutre de mer (*lutra marina*), que quelquefois on désigne sous le nom de *saricovienne* (en anglais *sea-otter*), est, comme la loutre de rivière, un mammifère de l'ordre des carnassiers, appartenant au groupe des martes; sa taille est beaucoup plus grande cependant; d'habitude, elle ne mesure pas moins de 1^{m},50 de longueur, quelquefois elle atteint 2^{m}. C'est un animal d'une grande rareté qu'on ne rencontre guère, avec tous ses caractères, qu'au Kamtchatka et particulièrement dans la baie d'Alaska. Le pelage en est des plus beaux, la coloration naturelle en est d'un gris ardoisé, le duvet en est élevé, doux, soyeux entre tous, et le jarre fin et délicat ne dépasse pas sensiblement le duvet. C'est, avec la zibeline et le renard noir, la fourrure la plus recherchée ; c'est aussi l'une de celles dont le prix est le plus élevé; une belle peau de loutre de mer ne vaut pas moins de 1500^{fr} à 1800^{fr} et la première de ces peaux qui, au mois de mars dernier, ait été vendue à Londres en vente publique, a été adjugée au prix de 2300^{fr}. Aussi, en général du moins, cette fourrure n'est-elle employée que pour la confection d'objets de petite taille; elle est, par exemple, très usitée en Russie pour la garniture des cols de pelisses, mais jamais on ne la voit utilisée pour la confection de vêtements entiers.

Des manteaux dits de loutre cependant, font, assez souvent, partie de la toilette des personnes riches, mais ce n'est pas à la dépouille de la loutre véritable, de la loutre de mer que sont empruntées les fourrures à l'aide desquelles ces manteaux sont confectionnés. Ces fourrures, improprement

dites de loutres, sont en réalité la dépouille d'un animal amphibie, le *lion-marin* ou l'*otarie* (*otaria*), que tout le monde connaît bien aujourd'hui pour le voir figurer parmi les hôtes des jardins zoologiques ; le Muséum d'Histoire naturelle à Paris, le Jardin d'acclimatation également, en possèdent toujours quelques individus. C'est un amphibie, très analogue au phoque, par son aspect général, caractérisé par des oreilles extérieures saillantes, qui mesure de 1^{m} à $1^{m}20$ de longueur et dont le pelage, quand il a été convenablement apprêté, offre, par son aspect velouté, une grande ressemblance avec celui de la loutre de rivière, quand il a été éjarré.

La peau de l'otarie est quelquefois dénommée *loutre anglaise* ou *seal-skin*, c'est-à-dire peau de phoque, non qu'elle soit, en aucune façon, originaire d'Angleterre, mais parce que c'est en Angleterre seulement, à Londres, que les peaux de cette sorte sont apprêtées.

C'est au nord du Pacifique, dans les eaux russes, que l'otarie se rencontre surtout. Elle y est abondante, mais dans la crainte d'en voir l'espèce disparaître, le gouvernement russe en a réglementé la chasse. Celle-ci a été affermée à des maisons américaines, qui, d'après les traités, ne pouvaient capturer et abattre plus de 200000 bêtes par an. Ce chiffre a même été abaissé à 100000 depuis quelques années et à 60000 pour 1890. Près des Copper-Islands, on en capture encore dans les eaux américaines une quantité sensiblement égale.

On la rencontre également au sud de l'océan Pacifique et l'on trouve dans le commerce des peaux d'otarie provenant du cap Horn, du cap de Bonne-Espérance, même de Madagascar et de la Réunion.

Tout différent du pelage de la loutre de mer, celui de l'otarie comprend, il est vrai, un duvet doux, soyeux, assez élevé, d'une couleur gris marron, mais au-dessus duquel s'élève un jarre très long, très dur, tout analogue à celui de la loutre de rivière et du castor. Aussi, prise en son état naturel, la peau d'otarie est-elle peu plaisante à l'œil, et est-ce seulement après qu'elle a été éjarrée, c'est-à-dire débarrassée du jarre, qu'elle est comptée au nombre des fourrures de prix ; le lustrage même est encore nécessaire pour lui donner sa valeur véritable.

Ainsi apprêtée et lustrée, une peau d'otarie, de fausse loutre vaut de 100fr à 200fr; c'est-à-dire le dixième seulement de ce que vaut une peau, plus grande il est vrai, de loutre véritable. Ce n'en est pas moins alors une fourrure de prix élevé; pour confectionner, en effet, un manteau de dame, il ne faut pas moins de huit à dix peaux, ce qui élève le prix de ce vêtement à 1500fr ou 1800fr.

Castor. — Autrefois, on rencontrait le castor (*castor*) dans presque tous les cours d'eau d'Europe; en France même, et dans le Rhône on pouvait capturer des castors, mais depuis bien longtemps ces animaux ont disparu de nos contrées. Aujourd'hui, c'est du Canada que proviennent presque toutes les peaux de castor que l'art du fourreur utilise; elles sont nombreuses et c'est sur 200 000 peaux certainement que portent, à Londres, les transactions commerciales auxquelles le castor donne lieu.

La peau du castor est couverte d'un duvet fin et serré, de $0^m,015$ environ de hauteur, d'un gris marron, doux et soyeux au toucher, mais que dépasse un long jarre de couleur rougeâtre et d'aspect désagréable.

Aussi pour employer le castor à la fourrure, le doit-on toujours éjarrer. La couleur du duvet que laisse cet éjarrage est d'un gris marron; mais, en général, ce n'est pas avec sa coloration naturelle que le castor est utilisé. Presque toujours aujourd'hui, et du fait d'une mode nouvelle, venue d'Angleterre, il est lustré en blond assez doux et employé alors soit pour confectionner des pélerines de dames, soit pour garnir, au col, des pelisses ou paletots; cette fourrure cependant est en ce moment assez à la mode en France, en couleur naturelle et après éjarrage, mais c'est en Allemagne et en Russie surtout qu'elle est utilisée de préférence, après avoir été teinte en noir. C'est encore une fourrure de prix; une belle peau de castor ne vaut pas moins de 50fr à 80fr.

Skunks. — De toutes les fourrures ordinaires, celle des skunks, qu'en France on connaît mieux sous le nom de *skons*, est certainement la plus recherchée aujourd'hui.

Sous ce nom de skons, on désigne, dans le commerce des pelleteries, les peaux d'animaux généralement petits, atteignant cependant quelquefois la taille d'un chat, qui, très répandus dans l'Amérique et surtout dans l'Amérique du Nord, de mœurs analogues à celles de la fouine et du putois de notre pays, vivent comme ceux-ci, aux dépens soit du gibier sauvage, soit de la volaille domestique.

Les *moufettes* (*mephitis*), les *chinches*, les *zorilles* (*zorilla*) s'y trouvent confondus et n'y sont généralement différenciés que par les dimensions plus ou moins grandes de leurs dépouilles.

Tous ces animaux sont caractérisés par l'odeur infecte qu'exhale leur urine et dont leur corps tout entier reste imprégné. Sous l'influence de l'apprêt, la peau se débarrasse presque complètement de cette odeur ; elle persiste cependant assez encore pour devenir appréciable et gênante lorsque le skunk est employé par grandes quantités pour une confection, par exemple pour une pelisse, ainsi que cela a lieu en Russie.

Chaque année, l'Amérique fournit au marché plus de 600 000 peaux de skunks dont la valeur ne dépasse guère 15^{fr} et, quelquefois, s'abaisse jusqu'à 3^{fr}.

C'est, cependant, une fourrure appréciée, parce que de toutes celles qui conviennent à la confection, elle est presque la seule qui soit naturellement noire. Le pelage du skunk, en effet, est noir dans toutes ses parties, à l'exception d'une tache blanche qui, partant du museau, s'étend sur le dessus de la tête et s'avance entre les deux épaules. Souvent elle s'arrête à ce point et la peau, dans ces conditions, couverte de poils noirs dans son entier, est considérée comme de qualité supérieure ; d'autres fois, cependant, la tache blanche se développe sur le dos, à gauche et à droite de l'épine dorsale, en deux bandes que sépare une zone noire ; la peau est alors de moindre valeur et, pour l'utiliser, il devient nécessaire soit de donner à l'ensemble une coloration uniforme, en teignant le poil en noir, dans la masse, soit de n'utiliser que les parties noires en les découpant.

La queue du skunk porte toujours de grands poils blancs

que d'habitude on arrache pour les recoudre, en forme de pointes, au milieu d'autres fourrures. Les skunks les plus beaux viennent de l'Illinois, du Michigan, de l'Indiana, et c'est sous forme de bordures de manteaux, de tours de cou, de manchons, etc., que cette fourrure est surtout utilisée.

Marmottes. — On en connaît de deux sortes dans le commerce des pelleteries : l'une est la marmotte commune de nos montagnes (*mus alpinus*) qui, appartenant à l'ordre des rongeurs et au genre des rats, ne fournit qu'une quantité assez restreinte de fourrures communes ; de celle-là, il serait sans intérêt de s'occuper ; l'autre toute différente, de la tribu des plantigrades, qui de son nom véritable s'appelle raton (*Procyon*), nous vient d'Amérique et le type le plus répandu en est le *raton du Canada*, en anglais, *raccoon.* La fourrure en est peu usitée en France, on ne l'y emploie guère que de deux façons, tantôt pour des garnitures étroites, tantôt, au contraire, en larges nappes, constituant alors des couvertures destinées aux promenades en voitures découvertes. C'est une fourrure très abondante cependant : le marché de Londres reçoit chaque année plus de 300 000 ratons du Canada, mais c'est en Allemagne et en Russie surtout, pour la confection des pelisses d'hommes, qu'on la voit utilisée.

Petit-gris. — C'est parmi les fourrures ordinaires que les *petits-gris* doivent être classés, et de toutes les fourrures de ce genre, ce sont, à coup sûr, celles dont on utilise le plus grand nombre. Chaque année, dix millions de peaux de petits-gris au moins sont livrées au fourreur, et je tiens de MM. Révillon frères, de Paris, que leur maison, à elle seule, traite annuellement plus de cinq millions de ces peaux.

C'est la dépouille de l'écureuil (*sciurus*) qui fournit la fourrure de petit-gris, et c'est en Russie que se rencontrent, en nombre immense, les petits animaux de cette espèce dont le pelage, au lieu d'être fauve comme celui des écureuils de nos contrées, prend cette teinte d'un gris ardoisé, si plaisante à l'œil, qui fait rechercher le petit-gris.

Dans la coloration de ce pelage, on observe des différences

notables suivant le climat sous lequel l'animal a vécu. Plus on s'approche du Nord, plus la teinte grise en devient claire et agréable. Les peaux les plus recherchées sont celles qui proviennent de la Sibérie et c'est en hiver seulement, alors que le duvet a acquis son développement maximum, qu'on chasse l'écureuil.

Le ventre du petit-gris est blanc, le dos seul est de couleur gris-cendré; quelquefois la peau est utilisée tout entière comme fourrure, mais c'est là le cas le plus rare; d'habitude, c'est à des usages différents que l'on destine, d'un côté les dos gris, d'un autre les ventres blancs.

C'est en Russie même, quelquefois en Allemagne, à Weissenfels, que les petits-gris sont apprêtés. A la suite de cet apprêt, les peaux sont découpées, les dos rentrent dans le commerce par paquets de 20 peaux, les ventres sont, au nombre de 80 à 90, cousus sous forme de nappes; au bord de chaque ventre, on a soin de laisser, comme bordure, une petite bande grise provenant du dos, et c'est sur ces nappes cousues que les transactions ont lieu.

Les dos sont alors utilisés pour manchons, garnitures, bordures de manteaux, etc. Les nappes servent à doubler ces larges manteaux de femme que l'on désigne sous le nom de rotondes. Quelquefois, cependant, c'est en y consacrant la peau tout entière, d'autres fois en n'y consacrant que les dos, que ces rotondes sont fourrées.

La valeur des peaux de petit-gris (avant apprêt) oscille entre 40^{fr} et 80^{fr} le cent, suivant la teinte, et l'on conçoit par suite, comment, étant donné ce bas prix, on peut, en n'employant que les ventres, coudre des nappes dont le prix n'excède pas une vingtaine de francs. Comme d'ailleurs, pour fourrer une rotonde, il ne faut que deux à trois nappes, ce devient chose possible que de livrer au public des manteaux de femme à aussi bon marché que ceux que l'on voit à l'étalage de certains magasins de confection.

Chinchilla. — La fourrure du chinchilla (*chinchilla lanigera*), quoiqu'on la doive ranger parmi les fourrures ordinaires, est cependant élégante et jolie. L'animal qui la fournit

est un rongeur de petite taille qu'on ne rencontre que dans les montagnes du Pérou et du Chili. Le pelage en est d'un beau gris, ondulé, avec des reflets blancs en dessus, et d'un gris très clair en dessous : la finesse et la douceur en sont remarquables.

Les peaux de chinchilla deviennent plus rares d'année en année, aussi leur prix augmente-t-il; il atteint aisément aujourd'hui 20^{fr} à 30^{fr}; c'est en Angleterre surtout que le chinchilla est recherché.

Il existe également une autre fourrure de chinchilla, plus petite, à poils plus bas, qu'on appelle chinchilla bâtard, qui provient des mêmes contrées, mais ne vaut que 2^{fr} à 3^{fr} la peau.

Ours. — La chasse à l'ours (*ursus arctos*) est, de nos jours, presque considérée comme une légende; aussi sera-t-on surpris lorsque je dirai que chaque année 12000 à 15000 peaux d'ours sont mises à la disposition du fourreur. Ces peaux proviennent, les unes d'animaux tués à la chasse, car cette chasse subsiste encore et avec tous ses dangers, les autres d'animaux pris au piège.

La Russie en fournit un certain nombre, mais c'est d'Amérique qu'elles proviennent surtout, et la compagnie d'Hudson en importe à elle seule 8000 à 12000 chaque année sur le marché de Londres; les unes sont à pelage noir, les autres à pelage brun.

C'est parmi les fourrures ordinaires que les peaux d'ours doivent être rangées; les noires, quand elles sont de belle qualité, peuvent valoir jusqu'à 200^{fr} la pièce, ce qui, étant donné leurs grandes dimensions, représente un prix peu élevé. Les brunes sont toujours d'un prix moindre. C'est en Russie surtout que ces peaux sont utilisées comme couvertures et garnitures de traîneaux, comme tapis, etc.; les oursons sont recherchés pour la doublure des pelisses, et c'est à l'aide de peaux d'ours enfin que l'on confectionne les bonnets à poils portés encore par quelques troupes spéciales.

Les peaux d'ours blancs (*ursus maritima*) viennent surtout du Groënland, et en général des régions polaires; elles n'ont

de prix que quand elles sont de grande taille et d'une blancheur parfaite. Rarement cette dernière qualité se rencontre, le plus souvent ces peaux ont une teinte jaunâtre qu'on a beaucoup de peine à faire disparaître, même en les soumettant à l'action de l'acide sulfureux. C'est sur le marché de Copenhague que les peaux d'ours blancs se présentent surtout.

Loups. — La fourrure du loup (*canis lupus*) n'a qu'une importance secondaire; à la rigueur, on pourrait la ranger parmi les fourrures communes. C'est à cette catégorie que doivent appartenir certainement les peaux de loups à pelage plat et foncé qui nous viennent de la Hongrie et de la Valachie; celles-ci ne sont guère employées que pour confectionner des vestes de chasse et dans l'Ouest des vareuses de charretiers; mais il est des peaux de loups plus belles et dont la fourrure doit être comptée au nombre des fourrures ordinaires; telles sont les peaux de loups du Canada qui, en Russie, servent à la confection des pelisses et sont souvent, en France comme en Angleterre, employées à la préparation de couvertures pour sorties en voiture découverte.

Renards. — Mais si la fourrure du loup n'est que médiocrement importante, il n'en est pas de même de la fourrure du renard (*canis vulpes*).

Il en faut distinguer de deux sortes : d'un côté celle qui provient du renard d'Europe, d'un autre celle qui est fournie par le renard des régions septentrionales de l'Asie et de l'Amérique. La première appartient à la catégorie des fourrures ordinaires, la seconde à la catégorie des fourrures de prix.

C'est une fourrure extrêmement abondante que celle fournie par le renard vulgaire, que l'Europe tout entière connaît; la France à elle seule tue ou capture chaque année environ 18000 animaux de cette espèce dont la dépouille est livrée au commerce des peaux en poils. Parmi ces peaux de renards, les plus estimées sont celles dont la coloration tire le plus sur le rouge, puis viennent les peaux des renards que l'on désigne sous le nom de *charbonniers* parce que le ventre en est noir; en dernier lieu enfin, les peaux de couleur grise. Les plus beaux

renards d'origine européenne sont ceux de Suède et de Norwège d'abord, ceux de Bavière ensuite.

En dehors des usages qu'elles reçoivent sous la forme de tapis, de couvertures, etc., les peaux de renards sont généralement découpées; les ventres sont vendus en Russie pour être employés à l'état de doublures, les dos sont recherchés par la Grèce comme garnitures de vêtements.

Des régions septentrionales de l'Asie, de la Sibérie russe, comme aussi de l'Amérique, du Canada particulièrement, viennent, sur le marché des pelleteries, des peaux de renards de qualité et de valeur toutes différentes. Ce sont des renards blancs, des renards bleus et même des renards noirs; de toutes les fourrures, cette dernière est certainement une des plus rares; une belle peau de renard noir atteint le prix de 500^{fr} à 800^{fr}, une peau de renard bleu vaut une centaine de francs; les peaux de renards blancs, comme aussi celles de renards rouges du Canada ne valent guère plus que les peaux de renards d'Europe, c'est-à-dire de 15^{fr} à 25^{fr} la peau. C'est, du reste, aux mêmes usages que ces peaux de renards rouges sont destinées; les peaux de renards blancs sont rarement employées en nature, presque toujours elles sont destinées à être teintes en marron; en ce moment, en France du moins, on les voit, transformées par la teinture en renard bleu, utilisées dans une énorme proportion sous forme de boas.

Quant aux peaux véritables de renard bleu, surtout aux peaux de renard noir, elles fournissent après apprêt des fourrures d'une grande beauté que la confection applique aux mêmes usages que la marte et la loutre.

Chats. — Le chat (*felis*) apporte au commerce des peaux en poils de valeur ordinaire, et aussi des peaux communes, une contribution que l'on ne saurait négliger.

Il est des peaux de chats noirs, en effet, qui, utilisées en nature, après apprêt, par le fourreur, ne valent pas moins de 6^{fr} à 8^{fr}; les plus belles peaux de cette sorte viennent de Hollande, de Bavière, du Holstein.

Les chats gris, qu'on appelle souvent chats bleus, sont employés à la confection de pelisses d'un prix assez élevé.

Les chats angoras, teints en marron, sont recherchés par les fourreurs espagnols et italiens.

Les chats sauvages dont la fourrure est employée pour combattre les douleurs rhumatismales ne doivent pas être oubliés; le marché en reçoit certainement 8000 à 10 000 par an et le prix souvent s'en élève à 4^{fr} et 5^{fr} la peau.

Enfin, la masse énorme de peaux de chats de qualité ordinaire récoltée en France, en Italie, en Allemagne, en Espagne, rentre dans la catégorie des fourrures communes; celles-ci sont quelquefois utilisées en nature, le plus souvent travaillées, comme le lapin et le lièvre, en imitation de fourrures ordinaires.

Astrakan. — La fourrure noire, brillante et frisée que l'on désigne sous le nom d'astrakan est fournie au commerce par la dépouille de petits agneaux provenant de la Russie, de la Perse, de la Boukharie, du Turkestan, etc.

Le poil dont ces agneaux sont couverts est quelquefois d'un gris franc et cendré; lorsqu'il en est ainsi, la fourrure est employée à l'état naturel, mais le plus souvent c'est avec une coloration noire que le poil se présente; dans ce cas, et même quand celui-ci est par lui-même vif et brillant, pour lui donner plus d'éclat, la peau entière est soumise à une opération de teinture.

Le poil dont la peau est couverte est, naturellement, bouclé, frisé, et la fourrure est d'autant plus estimée que la boucle en est plus courte et plus arrondie. Aux astrakans qui se présentent dans ces conditions on donne le nom de *persianers;* la Crimée en fournit une quantité importante.

Parmi les peaux d'astrakan, on en rencontre qui provenant d'animaux mort-nés portent un poil aplati et moiré. Cet aspect moiré, accompagnant une ondulation très prononcée du poil, qui cependant ne frise pas dans ce cas, se retrouve sur les agneaux de Boukharie que le commerce désigne sous le nom de *caracul.*

Toutes ces peaux d'astrakan, après avoir été apprêtées, teintes dans la plupart des cas, sont employées pour le vêtement, la coiffure, etc.

Rat musqué. — Avec le rat musqué du Canada se présentent enfin les peaux communes de grande consommation, celles sur la transformation desquelles repose l'industrie, si considérable aujourd'hui, des fourrures d'imitation.

C'est un nom impropre que celui de rat musqué sous lequel on désigne ce petit animal ; de son nom véritable, c'est un *ondatra* (*mus zibelinus*). C'est un rongeur, mais un rongeur gros comme un petit lapin et qui se rapproche beaucoup plus du castor que du rat. C'est d'Amérique qu'il nous vient et principalement du Canada. Là, comme le castor, il vit au bord des rivières, s'y construit des huttes, des galeries d'où il ne sort guère que pour aller chercher les racines dont il se nourrit. Il se reproduit avec une fécondité telle que, suivant un dicton du Nouveau-Monde, il dévorerait les Américains, si les Américains ne le dévoraient pas. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner si, chaque année, on voit l'Amérique en importer cinq millions de peaux environ en Europe; le prix de ces peaux est, du reste peu élevé, il varie de $0^{fr},75$ à 2^{fr} par peau.

Le pelage dont les peaux d'ondatra sont couvertes offre avec celui du castor une certaine analogie, il est moins élevé cependant et le jarre, de taille beaucoup moindre, est aussi moins grossier.

Quelquefois, mais rarement, le rat musqué du Canada est utilisé, en nature, pour la doublure des pelisses, mais dans la grande généralité des cas il est destiné à être lustré et teint ; il est employé alors en imitation de vison, de loutre, de marte, etc.

Opossum. — L'opossum est un petit animal qui, par sa taille, par son aspect général, par la couleur de son pelage, offre beaucoup d'analogie avec le lapin. Le poil de l'opossum, cependant, se distingue du poil du lapin en ce qu'il est légèrement frisé. La fourrure que donne sa dépouille n'est jamais employée en l'état de nature; elle vient, d'habitude, se faire lustrer dans notre pays, en marron et en noir; elle fournit ainsi des imitations de marte; l'on voit en effet, au lustrage, la frisure disparaître et le poil prendre une apparence veloutée. L'opossum nous vient surtout d'Australie; le nombre des peaux que ce

pays nous envoie atteint certainement 3 000 000 chaque année, et leur prix ne dépasse pas $0^{fr},50$ à $1^{fr},25$ par peau. Il vient aussi d'Amérique de 300 000 à 400 000 peaux d'opossum de qualité supérieure et dont le prix varie de $0^{fr},75$ à 2^{fr} la peau.

Lapins. — C'est la peau du lapin (*lepus*) qui, de nos jours, forme le fond principal de ces fourrures d'imitation dont le goût du luxe à bon marché exige une production si considérable. L'art du fourreur a, dans cette voie, réalisé de véritables merveilles et on le voit, à l'aide du lapin, imiter, d'une façon saisissante, les fourrures les plus belles et les plus diverses. C'est en France que cet art a atteint son apogée.

Le nombre de peaux de lapins qu'on y transforme par l'apprêt, par le lustrage, par la teinture, par le rasage est énorme, il dépasse probablement le chiffre de dix millions.

C'est sur le territoire entier de notre pays que ces peaux sont recueillies, dans les campagnes aussi bien que dans les villes, et quelque grande que soit cette récolte, elle ne suffit pas encore à notre industrie car chaque année nous importons 500000^{kg} de peaux de lapins, c'est-à-dire, en nombre, trois à quatre millions de ces peaux.

Avant que d'être livrées à l'industrie de l'apprêt, ces peaux sont l'objet d'un triage attentif. Les *forts* seuls sont destinés à être transformés en fourrures, les autres, le *clapier*, sont réservés à une industrie peu connue, mais singulièrement intéressante, l'industrie de la *coupe*, qui, en détachant le poil de lapin de sa peau, prépare ainsi la matière première de la chapellerie.

Parmi ces peaux, les meilleures sont celles qui proviennent des lapins qu'on désigne sous le nom de *jardiniers* et que caractérise un pelage d'un gris franc.

Quelques peaux ont une valeur particulière, telles sont les peaux de lapins argentés que l'on élève en Champagne, aux environs de Troyes; tels sont aussi les lapins blancs qui, pris à l'état naturel et cousus en nappes, sont employés en imitation d'hermine; ceux-ci viennent principalement de Pologne; tels sont enfin les lapins bleus que la teinte ardoisée de leur pelage permet d'utiliser en nature.

Sauf ces exceptions, et elles ne représentent qu'une infime quantité des marchandises mises en œuvre, toutes les peaux de lapins sont destinées à être lustrées ou teintes dans la masse, dé façon à imiter les produits les plus variés, depuis la marte brune jusqu'aux fourrures noires ; une partie de ces peaux en outre est rasée en imitation de loutre; c'est à Paris surtout que cette dernière industrie se rencontre.

V. — Apprêt des pelleteries.

Les peaux en poils, au moment où le chasseur les cède au marchand, ne sont encore que des pelleteries brutes, ou comme on les nomme en termes techniques, des *pelleteries crues*.

Le *cuir* auquel le pelage est fortement attaché, s'en montre raide et coriace, impropre absolument à la confection des vêtements ; avant que d'arriver chez le fourreur, par conséquent, ces peaux doivent, chez un industriel spécial, subir une transformation qui, sans modifier les qualités du poil, donne au cuir la souplesse et en même temps l'imputrescibilité que leur destination réclame.

Modifier les peaux de cette façon, c'est les *apprêter;* elles doivent, du fait de l'*apprêt*, être débarrassées de l'*écharne*, c'est-à-dire des fragments de chair, maintenant desséchés, qui y sont restés adhérents, et devenir maniables à ce point qu'elles prêtent à la traction aussi bien en large qu'en long; le pelage, enfin, doit prendre un éclat aussi vif que possible.

Tous les procédés auxquels recourt l'art de préparer les peaux y peuvent être employés ; une seule des opérations que cet art comporte doit être absolument exclue du travail des peaux en poil; cette opération, c'est celle qui a pour but de préparer l'ébourrage, c'est-à-dire l'arrachage des poils engaînés dans le derme.

On sait en quoi cette opération consiste ; tantôt (il n'en est ainsi que pour les cuirs forts ou à semelles), la peau repliée sur elle-même est abandonnée à une fermentation naturelle qu'on appelle l'*échauffe*, tantôt (il en est ainsi pour la molle-

terie, les peaux à chamoiser, à mégir, etc.), la peau est mise à macérer dans des laits de chaux qu'on appelle des *plains*, quelquefois enfin c'est l'*orpin*, c'est-à-dire le sulfure d'arsenic que l'on emploie.

De quelque façon que le travail ait été conduit, le résultat obtenu est toujours le même ; l'épiderme qui entoure chaque poil d'une gaîne concentrique est détruit, sans que le derme ou chorion subisse une modification autre qu'un gonflement favorable aux opérations ultérieures, de telle sorte qu'il suffit d'exercer un effort même léger à la surface du pelage pour que celui-ci se détache tout entier; la peau est ébourrée.

Semblable traitement, on le comprend aussitôt, ne saurait être appliqué aux peaux qui, destinées à devenir des fourrures, doivent conserver tous leurs poils solidement engaînés par l'épiderme; aussi l'échauffe, les plains, l'orpin doivent-ils être soigneusement bannis de l'apprêt des pelleteries.

Mais en dehors de ce point, on peut, pour cet apprêt, recourir aussi bien aux procédés du tanneur qu'à ceux du chamoiseur, qu'à ceux du mégissier.

Le plus souvent, c'est des procédés du chamoiseur que l'apprêteur rapproche les siens; il n'en suit pas pourtant le développement tout entier. Assouplie au foulon, à l'aide d'un corps gras, la peau est écharnée, puis soigneusement dégraissée, sans passer par l'étuve.

Quelquefois c'est au travail de mégisserie que l'apprêteur recourt, la peau mise d'abord en confit est ensuite chargée de nourriture, c'est-à-dire d'un mélange d'alun, de farine et de jaune d'œuf; c'est ainsi que sont apprêtées nombre de pelleteries en Russie et notamment les petits-gris.

En certain cas, enfin, c'est par une véritable opération de tannerie que les peaux sont apprêtées; le cachou, le sumac sont alors les matières tannantes employées.

De ces divers procédés d'apprêt, le plus ancien, le plus répandu, celui dont l'usage doit, en réalité, être considéré comme général, est le premier; il s'applique d'ailleurs à toutes les peaux, aussi bien à celles du plus haut prix qu'à la sauvagine et au lapin.

C'est, en général, dans de petits ateliers que s'exécutent les opérations que comporte l'apprêt; on rencontre, cependant, en Angleterre et en Allemagne, aux environs de Leipsig, quelques grandes usines adonnées à ce travail; on en compte également à Paris. Dans ces usines parisiennes, c'est le travail du lapin, c'est-à-dire de la pelleterie destinée aux fourrures d'imitation, qui domine, et c'est ce travail même que dans l'exposé qui va suivre je prendrai pour exemple; tout ce que j'en dirai s'appliquerait aussi bien aux autres pelleteries crues.

Les peaux destinées à l'apprêt sont, au début du travail, débarrassées de la tête et de la queue. Les têtes sont absolument sans valeur pour le pelletier, elles sont vendues à l'engrais. Il n'en est pas de même des queues; pour le lapin, elles vont à la coupe, c'est-à-dire à la fabrication du poil pour chapellerie; pour les peaux ordinaires ou de prix, elles sont soigneusement recueillies et soumises plus tard à un travail spécial d'apprêt qui permet de les utiliser en fourrure comme bordures minces, garnitures, etc.

Aussitôt *écroupée* (c'est le terme technique), c'est-à-dire séparée de la tête et de la queue, la peau (à moins qu'elle n'ait besoin d'un écharnage préalable, cas auquel elle est *tirée sur le fer*, comme je l'indiquerai tout à l'heure) est préparée pour le *foulage* ou *broyage*. L'opération que l'on désigne sous ce nom a pour but d'assouplir la peau, en l'imbibant, non pas dans toute son épaisseur, mais dans la moitié de cette épaisseur environ, d'une matière grasse. C'est par une opération semblable, mais plus profonde, intéressant la peau entière, que débute le travail du chamoiseur. Pour l'exécuter cependant, et parce que sa peau est en poils, l'apprêteur est obligé de prendre des précautions spéciales; il lui faut, en effet, autant que possible, garantir ces poils du contact du corps gras.

C'est à quoi il parvient, en *boursant* la peau, c'est-à-dire en la cousant sous forme de bourse; à l'aide d'un fil très solide, il recout la culée (une dizaine de points suffisent), et de ce côté la peau se trouve transformée en un véritable sac. A la tête, l'ouverture est trop étroite pour qu'il faille s'en préoccuper.

Sur le cuir la peau est alors, à la brosse, enduite d'une couche mince de matière grasse; celle-ci doit être de consistance épaisse; trop fluide, en effet, elle pénétrerait la peau dans toute son épaisseur, et c'est à moitié même de cette épaisseur que l'apprêteur doit limiter l'imbibition.

En Russie et dans nombre de petits ateliers d'autres pays, c'est du beurre qu'on emploie dans ce but, quelquefois du saindoux. En France, ce sont des marcs ou fèces d'huile de colza, c'est-à-dire le dépôt épais, coloré que fournit la clarification de ces huiles.

Cela fait, la peau est foulée; c'est aux pieds, bien souvent encore, et on peut le dire, dans tous les petits ateliers que le broyage de la peau s'accomplit. Dans un tonneau debout et légèrement incliné, fermé à la partie inférieure, défoncé à la partie supérieure, l'ouvrier broyeur jette une vingtaine de peaux graissées. Les jambes nues, il descend dans le tonneau, s'entoure à la ceinture d'un jupon de forte toile qui retombe sur celui-ci et s'en va alors piétinant ces peaux, pendant deux et trois heures quelquefois, jusqu'à ce que *le cuir soit venu;* c'est-à-dire jusqu'à ce que les peaux, ayant tout ce temps, tourné et retourné sur elles-mêmes, les pores s'étant ouverts par suite de la chaleur développée, le cuir imbibé partiellement de corps gras, ait acquis une souplesse telle qu'il puisse, en tout sens, prêter à la traction.

C'est un travail singulièrement pénible que celui que je viens de décrire, aussi ne sera-t-on pas surpris si j'ajoute qu'aujourd'hui, dans tous les ateliers un peu importants, le broyage au pied est remplacé par le broyage au foulon. La machine qu'on y emploie, tout analogue au foulon du chamoiseur, se compose essentiellement d'une caisse rectangulaire, à l'intérieur de laquelle et suivant le sens de la longueur se meuvent deux maillets ou foulons, à mouvement alternatif, portant chacun cinq gradins armés de plaques de tôle et décroissants d'avant en arrière; chaque maillet fait environ 30 oscillations par minute. Le fond de la caisse, sur lequel glissent les foulons, est légèrement courbe, de telle sorte qu'à chaque marche en avant les peaux sont obligées de remonter du fond vers la partie supérieure; au retour du foulon en

arrière, elles retombent et s'en vont ainsi, comme sous le pied de l'ouvrier broyeur, tournant et retournant sur elles-mêmes. Le travail dure en général deux heures, et chaque peau dans ces conditions se trouve imbibée jusqu'à moitié de son épaisseur; le bulbe pileux n'est pas atteint par l'huile, et l'on n'a pas à craindre que la peau *lâche son poil.* Les manufacturiers disent alors que l'huile a pénétré l'épiderme seulement et que le derme est resté intact : c'est là une expression absolument erronée; c'est à l'envers, en effet, que la peau se présente à l'action de la matière grasse; les parties contre chair, c'est-à-dire le derme, le chorion sont seules pénétrées, et c'est en réalité l'épiderme, par lequel les poils sont engaînés, que l'huile n'atteint point.

Du fait de cette différence d'imbibition résulte entre les deux moitiés de la peau, celle qui est atteinte et celle qui ne l'est pas, une différence remarquable de ténacité. Grâce à cette différence, ce devient chose facile alors, en s'aidant d'une lame tranchante, d'un *fer,* que de perfectionner l'écharnage de cette peau, tout en augmentant sa souplesse par l'amincissement qui en résulte.

C'est ce qu'exécute toute une escouade d'ouvriers qui, assis sur un banc, ont, devant eux, dressée sur ce banc même, une lame coupante et courbe maintenue par une potence et dont la courbure est tournée en dehors. Contre cette lame ils appuient, du côté cuir, la peau qui a été déboursée, c'est-à-dire décousue et ouverte. Opérant d'abord avec précaution, ils détachent du cuir des copeaux gras quelquefois de petite taille, quelquefois au contraire mesurant $0^{m},15$ à $0^{m},20$ de longueur, pour enfin, une fois l'écharnage terminé, achever la peau en la *tirant,* c'est-à-dire en la frottant vivement tout entière, et perpendiculairement, sur l'arête courbe du couteau. Aux débris qui se détachent de la peau, on donne le nom d'*écharnes;* ils vont à l'engrais.

Au tirage sur fer succède le dégraissage. Avec quelque soin que la peau ait été boursée, les poils, ceux surtout qui sont placés près de l'ouverture du cou, ceux également qui en-

tourent la couture de la culée ont pu absorber une certaine quantité d'huile; ils se sont noués, collés les uns contre les autres; il faut leur rendre leur indépendance d'abord, les dégraisser ensuite, et du même coup faire subir au poil dont la pelleterie apprêtée est couverte, un véritable polissage qui lui donne le plus vif éclat possible. Dans ce but, on frappe d'abord les peaux une à une à l'aide d'une baguette, du côté cuir, et, sous l'influence de ce battage, on voit les poils se redresser et se détacher de ceux auxquels ils étaient collés.

Vient ensuite le dégraissage proprement dit. Autrefois, c'est au pied encore, dans des tonneaux fixes que ce dégraissage avait lieu; aujourd'hui, c'est en obligeant les peaux à rouler sur elles-mêmes en grand nombre, dans un tonneau mobile, au contact d'une matière pulvérulente capable d'absorber le corps gras dont la peau, en certaines parties, est restée imbibée. Les tonneaux de dégraissage, mobiles sur leur axe, au moyen de deux tourillons, mesurent en général $1^{m},50$ de diamètre sur $1^{m},20$ de hauteur. Dans un tonneau de ces dimensions, on loge en général 400 ou 500 peaux, auxquelles on ajoute un mélange abondant de plâtre et de sciure de bois d'acajou; celle-ci est choisie de préférence à toute autre parce qu'elle ne s'accroche pas aux poils. Lorsqu'il s'agit de peaux claires, de lapins argentés par exemple, à la sciure d'acajou qui colorerait les poils, on substitue de la sciure de bois blanc.

Le tonneau est mis alors en mouvement; pendant une heure, deux heures au plus, on le maintient en rotation et, dans ces conditions, on voit cuir et poils se débarrasser de toutes les matières grasses qui pouvaient encore les souiller. Un dernier passage dans une roue à battre, pour enlever les poussières, termine le travail de l'apprêt proprement dit.

Le procédé qui vient d'être décrit peut être considéré comme le procédé le plus usité et de beaucoup par le pelletier, mais il n'est pas le seul. En Russie, par exemple, presque toutes les pelleteries, le petit-gris notamment, sont traitées par un procédé qui dérive directement de la mégisserie. Ramollies d'abord par le mouillage, écharnées par le tirage sur le fer, les peaux en poils sont plongées dans un *confit*, c'est-à-dire

dans un magma d'eau et de son en fermentation; au sortir du confit, elles sont couvertes d'un mélange d'alun, de sel, de farine et de jaunes d'œufs, logées dans un turbulent ou marchées au pied dans un tonneau et, de l'une comme de l'autre façon, imbibées peu à peu d'alun et de la matière grasse apportée par les jaunes d'œufs. Battues ensuite pour enlever l'excès de nourriture dont elles sont imprégnées, elles sont achevées par les procédés ordinaires.

Quelquefois, lorsque les peaux sont destinées à être lustrées ou teintes dans la masse, l'apprêt a lieu par un procédé tout différent. Celui-ci est un procédé de tannage, en réalité, et c'est sous le nom de *procédé belge* qu'on le désigne d'habitude.

Les peaux sèches sont mises en trempe pendant 24 heures; puis, sur le chevalet de rivière, elles sont écharnées à la manière ordinaire. Cela fait, on les travaille dans des jus de cachou de la même façon que dans les jus de tan on travaille les cuirs de molleterie; ces jus, faibles d'abord, vont peu à peu augmentant d'énergie et le travail dure en tout 20 ou 25 jours. Les peaux ainsi préparées prêtent moins que celles qui ont été apprêtées par le foulage à l'huile : on y trouve avantage en certains cas, lorsque par exemple, préparant du lapin rasé en imitation de loutre, on peut craindre qu'en tirant sur une peau qui prête trop on n'aperçoive, par suite de l'écartement des poils, le fond même de la fourrure.

Apprêtées comme il vient d'être dit, les peaux, avant que d'être remises au lustreur, sont quelquefois éjarrées, quelquefois rasées.

L'éjarrage n'a lieu que quand le jarre est laid et enlève à la peau de la valeur; pour toutes les fourrures de prix, martes, loutres de mer, etc., on se garde bien d'enlever le jarre ou la pointe; celui-ci est, en effet, considéré comme l'un des ornements de la fourrure.

Quelques fourrures de prix sont éjarrées cependant, tel est le castor; c'est à la main et à l'aide d'un couteau de bois que l'opération a lieu tout simplement.

L'otarie ou lion marin, dont on fait la fausse loutre, est

éjarrée également, et c'est par l'éjarrage que cette fourrure acquiert l'aspect velouté si doux qui la fait rechercher; ce n'est plus à la main que le travail a lieu dans ce cas; il exigerait trop de temps, c'est à un véritable procédé de fermentation que l'on recourt. Une maison anglaise a le monopole de ce travail, dont on ne connaît que l'allure générale et dont les détails d'exécution sont tenus secrets. On sait seulement que les peaux mises en huile sont, pendant un temps soigneusement calculé, mises à l'échauffe, de manière à attaquer le bulbe pileux du jarre qui pénètre profondément dans le derme sans atteindre le bulbe pileux du duvet. Le jarre peut alors se détacher seul, sous un effort peu énergique.

Quant au rasage, c'est une opération particulièrement délicate, qu'on ne fait subir, en général du moins, qu'aux peaux de lapins destinées à l'imitation de la loutre. Faire de la *loutre artificielle*, en effet, c'est en réalité faire du *lapin rasé*. Bien apprêtée, le poil dressé, la peau est conduite alors sous un rouleau garni de lames métalliques coupantes, disposées en hélice, tournant d'un mouvement rapide et faisant en face d'une platine, coupante également, fonction de cisailles. Par ce simple passage, le jarre est abattu et le duvet recoupé à une hauteur de $0^{m},01$ environ. La peau ainsi préparée constitue ce qu'en terme de fourreur on appelle du *lapin rasé*. On peut évaluer au cinquième environ de la consommation totale des peaux de lapin, le nombre de celles qui sont apprêtées de cette façon.

VI. — Lustrage et teinture des pelleteries.

Lustrer une pelleterie, c'est en modifier, dans une mesure déterminée, la couleur naturelle de façon à en augmenter le lustre.

Tantôt c'est à l'extrémité de la pointe seulement que le lustrage est appliqué, tantôt c'est à la pointe jusqu'au niveau du duvet, tantôt la partie supérieure de ce duvet est elle-même lustrée, souvent enfin celui-ci est lustré dans toute sa masse, on dit alors que la pelleterie est *lustrée sur le fond*.

L'industrie du lustrage se rencontre dans tous les pays où

l'apprêt des pelleteries est pratiqué, mais c'est en France et surtout à Paris, qu'on la voit obtenir les résultats les plus remarquables. La renommée des lustreurs parisiens est universelle; tous les pays s'adressent à leur habileté et pour donner une idée de l'importance des travaux qu'ils exécutent pour l'étranger, il me suffira de dire qu'en une seule année j'ai vu, au Comité consultatif des Arts et Manufactures, l'admission temporaire accordée à

600 000	peaux	d'opossums,
200 000	»	de marmottes,
175 000	»	de rats musqués,
20 000	»	de castors,

importées par les pelletiers d'Angleterre et destinées à être réexportées dans ce pays après lustrage et teinture.

C'est à Gentilly surtout, sur les bords de la Bièvre, que sont situés les ateliers des lustreurs de pelleteries.

Le travail du lustrage est, en théorie du moins, des plus simples; il consiste essentiellement dans la teinture partielle du poil dont la peau est revêtue; c'est dans l'application de cette teinture que gît toute l'habileté de l'artiste.

C'est à la brosse et en touchant plus ou moins les poils saillants au-dessus de la peau que les agents chimiques destinés à fournir la couleur sont déposés. Si c'est l'extrémité de la pointe seule que la couleur est appelée à modifier, la brosse doit être maniée avec une dextérité peu commune, elle ne doit qu'effleurer la pelleterie. Souvent, certaines zones de la pelleterie présentent un ton inférieur aux autres parties, il faut remonter celles-là en touchant le poil un peu plus fort; en certains cas et pour obtenir des retouches partielles, il faut, à la brosse, substituer des barbes de plumes.

Si, au contraire, la modification doit être importante, si la pointe tout entière, si une certaine épaisseur du duvet doivent être intéressées par l'opération, mieux encore, si le lustrage doit avoir lieu sur le fond, le travail devient plus facile; mais il n'en reste pas moins délicat; l'artiste doit, en effet, le limiter à la profondeur fixée, et d'autre part, il rencontre à chaque

instant des parties plus difficiles à mouiller les unes que les autres.

Quelle que soit, du reste, l'importance du lustre, c'est toujours suivant le même procédé qu'on le produit. Deux agents tinctoriaux y doivent successivement intervenir; le premier est le mordant, fait habituellement de chaux et de sulfate de fer qu'une petite quantité de sulfate de cuivre accompagne, quelquefois de sulfate de fer et d'ammoniaque; le second, qui donne véritablement la teinture, est la noix de galle.

Sur une table légèrement inclinée, la pelleterie apprêtée est étendue, le poil en dessus; sur le poil, en faisant glisser légèrement la brosse à sa surface si l'on ne veut toucher que la pointe, en l'enfonçant plus ou moins profondément si l'on veut attaquer le fond, on étend une première couche de mordant.

A la suite de ce premier mordançage, les peaux sont abandonnées en tas pendant quelques heures, de façon à permettre la suroxydation du fer que les poils ont reçu.

Puis au premier mordançage on en fait succéder, et dans les mêmes conditions, un second, un troisième, huit ou dix quelquefois.

Et c'est seulement lorsque par ces mordançages répétés le poil a été bien imprégné de peroxyde de fer que, par un dernier coup de brosse, on lui donne l'infusion de noix de galle qui doit le lustrer.

Suivant l'importance du mordançage, suivant la concentration de l'infusion de noix de galle, on peut à ce lustre donner toutes les colorations comprises entre le jaune marron et le noir.

Quelquefois, entre le mordançage et la teinture, et toujours à la suite de cette dernière opération, on fait subir à la pelleterie un dégraissage au tonneau, à l'aide de la sciure d'acajou.

Au lustrage, tel qu'il vient d'être décrit, on substitue, surtout pour les pelleteries communes, opossums, rats musqués et surtout lapins qui constituent la matière première des fourrures d'imitation, une véritable opération de teinture dans la masse, sur le fond tout entier, et à laquelle la peau elle-même participe. Ce n'est plus alors en brossant la surface, c'est en

immergeant les peaux en plein dans les bains tinctoriaux qu'on opère leur transformation. Ces bains sont généralement versés dans des cuves en bois, de forme rectangulaire, sur le fond desquelles on jette un nombre de peaux tel que le bain les mouille entièrement. Marchées alors, piétinées par des ouvriers qui, pieds nus, descendent dans la caisse, les peaux vont peu à peu se pénétrant des agents tinctoriaux et surtout de l'infusion de noix de galle qui doit les colorer dans toutes leurs parties.

Quelquefois encore, à Leipsig, à Lyon, c'est à chaud vers 30° à 35°, qu'a lieu la teinture des pelleteries en noir.

Suivant la durée des mordançages, leur nombre, leur nature (l'oxyde de fer n'est pas, en effet, le seul mordant en usage et l'on emploie aussi l'alun, les chromates, etc.), on communique, de cette façon, aux poils des pelleteries communes et surtout du lapin, toutes les colorations des fourrures naturelles. Une coloration jaunâtre donne la fausse marte, une coloration brune la marte foncée, le noir donne l'imitation du skunk, imitation qu'on rend plus parfaite encore en recousant sur la peau quelques poils blancs arrachés à la queue des skunks véritables.

Notre industrie exporte beaucoup de ces produits; on en vend jusqu'en Chine, d'où quelquefois les voyageurs trompés par leur belle apparence les rapportent comme des objets précieux; chaque nation a, d'ailleurs, à leur propos, des préférences déterminées; c'est la teinte marron foncé que l'Allemagne recherche, c'est à la Russie surtout que sont destinés les lapins à fond marron ou bleu avec pointes noires; l'Angleterre achète surtout les lapins lustrés clair, presque jaunes; l'Amérique prend toutes les sortes indistinctement.

C'est par le procédé de la teinture encore et par immersion en plein dans des bains de noix de galle que l'on colore le lapin rasé qui, apprêté au cachou, porte avec lui son mordant, et que l'on obtient ces remarquables imitations de loutre, tantôt marron, tantôt noire, dont l'apparence est telle que, vues à une certaine distance, elles peuvent être confondues avec des fourrures de prix.

L'INSTRUCTION,

Par M. E. LEVASSEUR.

SOMMAIRE.

Insuffisance des renseignements sur l'état moral et intellectuel de la population. — L'instruction supérieure et moyenne avant 1789. — Résultats de l'instruction primaire comparés au XVIIe, au XVIIIe et au commencement du XIXe siècle. — Le progrès des écoles primaires depuis la loi Guizot. — Les résultats de l'enseignement et l'instruction des conscrits et des conjoints. — L'instruction primaire comparée en France et à l'étranger. — L'enseignement primaire supérieur et l'enseignement professionnel. — L'enseignement secondaire des jeunes filles. — L'enseignement supérieur. — La correspondance et la lecture. — Le progrès de l'instruction est-il profitable ? — L'éducation. — L'influence littéraire de la France.

Insuffisance des renseignements sur l'état moral et intellectuel de la population. — La criminalité est un indice de l'état moral de la population envisagé par son côté négatif[1]. L'instruction nous le fait voir par son côté positif.

La statistique éclaire très imparfaitement ce côté. Elle ne renseigne en aucune façon sur la vertu et sur la pratique journalière du devoir, qui font la force de cohésion d'une société, mais qui ne s'enregistrent pas. Ni le prix Montyon, qui a toujours beaucoup moins de récompenses à décerner qu'il n'existe de mérites réels à récompenser, ni les actes de charité, qui ne peuvent se totaliser tant qu'ils ne se manifestent pas par des dons publics, ni les jugements des moralistes, qui, dans tous les siècles, se contredisent suivant qu'ils ont l'esprit bienveillant ou chagrin, parce que, dans tous les

---

(1) Cet article est un chapitre détaché du second volume de *La population française*. Le chapitre précédent est intitulé *Le vice et le crime.*

siècles, la société humaine présente à leurs méditations un spectacle toujours mêlé et sans cesse renouvelé d'actes bons et mauvais, n'en sauraient donner une idée.

En 1887, un voyageur intrépide, mais téméraire [1], M. Douss, vécut sept mois dans une tribu de Maures de la côte occidentale du Sahara. Ces nomades, vrais sauvages, écumeurs du désert, qui voulaient le tuer tant qu'ils l'ont cru chrétien, qui n'ont pas hésité à attaquer une caravane et à en massacrer tous les hommes pour s'approprier le butin, pratiquaient cependant l'hospitalité, partageaient le lait de leurs chamelles avec des amis, respectaient des tentes isolées dans lesquelles il n'y avait que des femmes. Même dans les natures les plus grossières, il y a place pour un certain sens moral.

Je suis convaincu que la civilisation contribue à développer et à affermir ce sens dans la masse de la population. Elle ne fait ni la générosité, ni l'héroïsme, de même que l'instruction ne fait pas le génie. Mais, en améliorant le bien-être, elle élève un peu plus haut l'homme au-dessus des appétits brutaux; en développant son intelligence, elle fortifie en lui le sentiment de la dignité personnelle, et elle le rend plus apte à comprendre la diversité de ses devoirs sociaux. D'autre part, elle lui inspire parfois peut-être des idées d'égoïsme ou de convoitise qui n'auraient pas germé dans l'uniformité de la vie sauvage, et elle fournit à son intelligence plus cultivée des moyens plus raffinés de perpétrer le mal. Somme toute, l'homme policé est placé à un degré supérieur dans l'échelle des êtres; il est, en réalité, plus libre que l'homme inculte; il me paraît donc plus développé moralement. Toutefois je me sens incapable de mesurer cette supériorité par la statistique, et je crois que la moralité de nos contemporains n'est pas tellement supérieure à celle de nos aïeux que nous ayons le droit de nous en vanter. Le progrès de cette moralité a été bien moindre que celui de l'instruction, de même que le progrès de l'intelligence moyenne des Français est bien au-dessous du progrès matériel de la richesse depuis un siècle.

Lorsqu'on veut rechercher ce qui peut être su et ne parler

---

[1] Il a été assassiné dans le désert, en 1889.

que de ce qu'on sait, on se résigne à n'avoir que des lueurs incertaines sur l'état moral d'une nation comparé à diverses époques, et l'on se borne à rechercher l'état intellectuel.

S'il n'existe pas non plus de mesure précise pour celui-ci, il est du moins possible de comparer utilement certaines données authentiques.

L'instruction supérieure et moyenne avant 1789. — L'enseignement des Universités datait du moyen âge. Celle de Paris avait joui d'une renommée universelle dans le monde chrétien avant la guerre de Cent-ans; sa réputation et son influence s'étaient bien amoindries depuis la Réforme, et, vers la fin du XVIIIe siècle, elle ne brillait ni par le grand nombre de ses élèves, qui paraît avoir été d'environ 5000 pour la Faculté des Arts, la plus fréquentée [1], ni par l'autorité littéraire ou scientifique de ses maîtres, ni par la solidité des études qui ne répondaient plus aux besoins nouveaux du siècle [2]. Parmi les vingt-deux Universités de province, les mieux partagées ne comptaient pas plus de 500 à 600 élèves dans

---

[1] La Faculté des Arts, qui siégeait dans les bâtiments du collège Louis-le-Grand depuis l'expulsion des Jésuites (1762), comprenait seize collèges, dont dix de plein exercice, et donnait en réalité un enseignement secondaire, de la sixième à la philosophie inclusivement. On en sortait maître ès arts, diplôme qui correspondait à peu près au baccalauréat ès lettres, mais qui était moins difficile à obtenir. Ceux qui continuaient leurs études passaient dans une Faculté supérieure (Théologie, Droit ou Médecine) et y obtenaient les titres de bachelier, licencié ou docteur. Vers 1789, la Faculté de Droit de l'Université de Paris recevait 283 bacheliers, 278 licenciés et 2 docteurs; les professeurs de la Faculté de Médecine avaient au plus une centaine d'élèves inscrits à leur cours; on manque de renseignements pour la Faculté de Théologie. (Voir *les Universités de France en* 1789, par M. L. Liard, dans la *Revue internationale de l'Enseignement*, nov. et déc. 1887.)

[2] On se plaignait alors de l'insuffisance des programmes universitaires. « Tout se borne à traduire du latin en français, à mettre du français en latin; le très grand nombre de jeunes gens sort des classes fort ignorant surtout des choses les plus d'usage et les plus nécessaires à savoir, comme l'orthographe, la prononciation, l'histoire, le français ». On ne s'occupait pas davantage de géographie et de sciences naturelles; mais on étudiait les mathématiques. — *Ibidem.* M. Gréard (*Éducation et instruction*, Enseignement secondaire, t. II. *La question des programmes dans l'enseignement secondaire*) cite comme des exceptions le collège Mazarin et le collège de Navarre qui avaient des chaires de physique. (*Voir* dans le Mémoire de M. Gréard, p. 117, le plan d'études de l'Université au XVIIe et au XVIIIe siècle.)

collèges de la Faculté des Arts, et aucune Faculté supérieure (Théologie, Droit, Médecine) ne semble avoir atteint le chiffre de 300 étudiants ([1]).

Hors des Universités, l'enseignement supérieur était donné par les dix-neuf professeurs du Collège royal (aujourd'hui Collège de France), par les professeurs du Jardin du roi (aujourd'hui Muséum d'histoire naturelle). Il y avait, en outre, des écoles d'application : l'École militaire de Paris et les écoles provinciales, l'École des Ponts et Chaussées, l'École des Mines, etc.

Il paraît que le nombre des collèges, grands ou petits, dépassait 500 ([2]) et que très souvent l'instruction y était gratuite ou à peu près. Les ressources ne manquaient donc pas pour l'enseignement secondaire; mais le latin formait trop exclusivement le fond des études et beaucoup de petits établissements n'étaient guère que des écoles primaires, quoique le latin y fût aussi enseigné.

La plupart des familles riches faisaient élever leurs filles au couvent.

Les exigences de l'enseignement supérieur et même jusqu'à un certain point celui de l'enseignement secondaire il y a cent ans et aujourd'hui peuvent se mesurer par l'état comparé de la science aux deux époques. Au cours du XIXe siècle, dans l'ordre littéraire, l'histoire s'est transformée et élargie; l'archéologie, la linguistique, la critique, la géographie ont fait des progrès considérables; la chimie et la géologie naissaient à peine. A la fin du siècle précédent, l'électricité était presque inconnue, les applications des connaissances scientifiques à l'industrie, qui ont largement contribué au développement de la science même, étaient à leur début. Ces divers ordres de connaissances ont tous aujourd'hui des maîtres qui les enseignent et des disciples qui les étudient.

([1]) Il y avait des Facultés sans élèves. Ainsi, Poitiers, qui avait 200 élèves en droit (année 1785), n'avait pas un seul étudiant en médecine.

([2]) M. Boiteau, dans son ouvrage sur *la France en* 1789, a évalué à 70000 le nombre des élèves des collèges vers 1789, et M. Villemain, dans son rapport sur l'instruction secondaire, portait le nombre des établissements à 562 et celui des élèves à 72 747 pour la période 1763-1789; mais nous pensons, comme d'autres pédagogues très compétents sur la matière, que ces nombres sont exagérés.

Résultats de l'instruction primaire comparés au XVIIe***, au*** XVIIIe ***et au commencement du*** XIXe ***siècle.*** — Entre le nombre des écoles et l'état de l'instruction, il y a une corrélation, puisque c'est en général par les écoles que l'instruction se répand; cependant il n'existe pas de rapport mathématique entre ces deux termes, parce que les écoles sont plus ou moins peuplées et que l'enseignement peut y être plus ou moins efficace. C'est pourquoi les recherches d'érudition, très intéressantes d'ailleurs, qui ont été faites depuis une vingtaine d'années sur les petites écoles avant 1789 ne suffisent pas pour dresser un état comparatif de l'instruction populaire sous l'ancien régime et dans la société contemporaine; les textes que l'on pourrait exhumer des archives pour quelques localités ou pour des groupes isolés de personnes n'ajouteraient pas assez à notre connaissance, parce que la diversité des situations (ainsi que nous l'avons déjà fait observer plusieurs fois pour la plupart des phénomènes démographiques) infirmerait tout jugement général motivé sur un petit nombre de cas.

Il n'existe jusqu'ici qu'un document statistique assez considérable pour fournir à cette comparaison un fondement de quelque solidité; c'est l'enquête que M. Maggiolo, recteur honoraire, chargé d'une mission par le Ministre de l'Instruction publique, a faite, à l'aide des inspecteurs et des instituteurs de presque tous les départements [1] et dont l'objet était de relever, à trois époques, le nombre des époux et épouses ayant signé leur acte de mariage. 15928 instituteurs ont répondu. « Quelles que soient les imperfections de détail qui aient pu se glisser dans quelques relevés, disions-nous dans la *Statistique de l'enseignement primaire* [2], où ce document a été inséré, le grand nombre des renseignements recueillis donne une valeur suffisante aux résultats d'ensemble. » Voici ces résultats :

---

(1) Les résultats de cette enquête se trouvent dans le tome II de la *Statistique de l'enseignement primaire.*

(2) Tome II.

PÉRIODES.	NOMBRE total des mariages pendant les 5 années.	NOMBRE DES CONJOINTS qui ont signé leur acte de mariage.		PROPORTION sur 100 conjoints de ceux qui ont signé.	
		Époux.	Épouses.	Époux.	Épouses.
1686-1690	217009	63068	30323	29.1	14.0
1786-1790	345226	162427	92757	47.9	26.9
1816-1820	381494	207360	132533	54.3 (1)	34.7

(1) Proportion notablement supérieure à celle qu'ont donnée les premiers résultats de la conscription en 1827.

La masse de la population française n'était donc pas entièrement dépourvue d'instruction avant 1789 : l'existence des petites écoles autorisait déjà à le déclarer. Il est probable que, vers la fin du XVIIe siècle, près du tiers des hommes et le septième des femmes parvenus à l'âge du mariage étaient en état de signer leur nom. Cette proportion s'est améliorée de telle façon dans le cours du XVIIIe siècle qu'à la veille de la Révolution elle s'élevait presque à la moitié des époux et à plus du quart des épouses.

De 1790 à 1816, le progrès a continué ; il semble même avoir été, proportionnellement au temps, plus rapide que sous l'ancien régime. Les femmes étaient alors, comme aujourd'hui, mais avec un écart beaucoup plus grand, à un niveau inférieur d'instruction.

Si l'enquête avait été bornée à un département et qu'on eût pris comme type celui des Vosges où, pour la période 1786-1790, on a relevé 92 signatures par 100 époux (1), on aurait pu se croire en droit d'affirmer que l'instruction primaire était aussi générale en 1789 que de nos jours : on se serait trompé. Ce qui est vrai, c'est qu'il y avait alors entre les provinces des différences beaucoup plus considérables qu'aujourd'hui entre les départements (2) et qu'alors, comme maintenant, la région du nord-est et la Normandie étaient très avancées,

(1) Sur 10 229 mariages relevés, on a trouvé 9503 signatures d'époux et 8215 d'épouses.

(2) Pour la période 1786-1790, le département des Vosges présente 92 si-

le centre, le sud et certaines parties de l'ouest, au contraire, très arriérées ([1]).

Les cahiers des bailliages en 1789, ceux du clergé comme ceux du tiers-état, avaient été presque unanimes à réclamer un système d'instruction publique et surtout la création d'écoles dans les campagnes. La Révolution fut féconde en projets d'organisation de l'enseignement. Talleyrand à la Constituante, Condorcet à la Législative, Lanthenas et Romme à la Convention en ont présenté qui embrassaient l'ensemble, mais qui n'aboutirent pas à des lois ([2]). Celui de Lakanal, qui se bornait aux écoles primaires et dont les principaux auteurs étaient Sieyès et Daunou, fut repoussé par la Montagne comme entaché d'aristocratie ([3]). Robespierre qui soutint avec d'autres montagnards le plan de feu Lepelletier portant que « de cinq ans jusqu'à douze ans pour les garçons, jusqu'à onze ans pour les filles, tous les enfants sans distinction et sans exception, seraient élevés en commun aux dépens de la République », avait été plus heureux devant l'assemblée; mais le décret qu'il avait suggéré ([4]) fut rapporté avant d'avoir reçu un commencement d'application. A ce système égalitaire et irréalisable la Convention, sur le rapport de Romme, substitua le décret du 30 vendémiaire (21 octobre 1793) qui se

---

gnatures d'époux pour 100 mariages, tandis que celui des Landes n'en compte que 5. On trouve des différences non moins considérables sur la carte du baron Dupin, publiée en 1826.

([1]) Voici en effet les 11 départements où, en 1786-1790, le nombre des époux ayant signé dépasse 75 pour 100 : Vosges, Meuse, Jura, Meurthe, Manche, Calvados, Doubs, Moselle, Marne, Ardennes, Eure. Voici les 11 départements où cette proportion est inférieure à 20 pour 100 : Vienne, Tarn, Haute-Garonne, Maine-et-Loire, Tarn-et-Garonne, Indre, Creuse, Allier, Nièvre, Morbihan, Landes.

([2]) Le premier decret rendu sur l'organisation de l'instruction primaire pendant la période révolutionnaire est celui du 30 mai 1793, voté la veille de la chute des Girondins, qui prescrivait la fondation d'une école primaire « dans tous les lieux qui ont depuis 400 jusqu'à 1500 individus. »

([3]) Ce projet proposait une école par 1000 habitants, avec un instituteur et une institutrice pour chaque école nommés par le bureau d'inspection du district.

([4]) « La Convention décrète qu'il y aura des établissements nationaux où les enfants des citoyens seront élevés et instruits en commun... » (Décret du 13 août 1793.)

rapprochait du projet de Lakanal; puis, deux mois après, sur le rapport de Bouquier, la loi du 29 frimaire an III qui proclamait la liberté de l'enseignement ([1]); plus tard, après la révolution du 9 thermidor, sur un nouveau rapport de Lakanal, la loi du 27 brumaire an III, inspirée par l'ancien projet Sieyès-Daunou. Enfin Daunou lui-même, au nom de la Commission des onze, présenta le projet qui devint la loi du 3 brumaire an IV. Cette loi, la dernière qu'ait votée la Convention et qui était aussi timide que les précédentes avaient été ambitieuses, se contentait de prescrire l'établissement d'une ou plusieurs écoles par canton et de fournir aux instituteurs un local, sans leur assurer d'autres émoluments que la rétribution scolaire.

Les discours et les décrets ne sont pas des actes. Il y a eu probablement sous la première République plus d'écoles fermées faute des ressources qui les entretenaient auparavant, que d'écoles ouvertes en vertu des lois nouvelles. Aussi, au commencement du Consulat, la plupart des conseils généraux et plusieurs préfets constataient-ils que cette partie de l'instruction publique « avait beaucoup souffert et qu'elle se trouvait dans l'état le plus alarmant » (département de la Meurthe).

Le gouvernement consulaire, puis impérial, qui constitua l'Université, resta indifférent pour les petites écoles. Malgré le projet qu'avait préparé Chaptal pendant son ministère, la loi du 11 floréal an X n'ajouta rien à celle du 3 brumaire an IV pour l'instruction primaire et l'Empire ne prit aucune mesure pour développer cette branche de l'enseignement ([2]).

Il ne faut pas croire pourtant que les ténèbres se soient

([1]) On attribue souvent cette loi à Lindet. (Voir *Dictionnaire de Pédagogie*, art. *Convention.*)

([2]) Il se contenta de rappeler les frères de la doctrine chrétienne et d'inscrire au budget une somme de 4250fr pour l'instruction primaire. Le langage que tenait Napoléon en 1806 et en 1815 montre combien ses sentiments se sont modifiés avec l'état de la politique sur ce sujet. (Voir *Histoire des classes ouvrières depuis* 1789, Livre II. — *Voir* aussi dans *Éducation et instruction.* Enseignement secondaire, t. I. *Enseignement secondaire pour les jeunes filles*, par O. Gréard, la situation dans laquelle Mme de Genlis avait trouvé les deux écoles, une de garçons et une de filles, qui existaient en 1812 dans chaque arrondissement de Paris.)

épaissies durant cette période. En 1810, l'exposé de la situation de l'Empire portait à 25000 le nombre des petites écoles : il n'y en avait peut-être pas davantage sous l'ancien régime. D'autre part, la signature des actes de mariage de la période 1816-1820 accuse un progrès de 1786-1790 à 1816-1820 ; or, en calculant d'après l'âge moyen du mariage des célibataires (28 ans pour les hommes et 24 pour les femmes) et d'après l'âge moyen de l'écolage (10 ans), on trouve que les époux et les épouses de 1816-1820 étaient dans les écoles vers 1800 et 1804; ils n'y ont pas reçu moins d'instruction que leurs devanciers de 1770 et 1774.

Sous la Restauration, le gouvernement conseilla et protégea à diverses reprises l'instruction primaire ; les ministères libéraux prirent même des mesures en sa faveur sans créer toutefois un système général d'écoles publiques. L'opinion, plus active et plus libre que sous l'Empire, discuta la question avec une ardeur passionnée; l'enseignement mutuel, prôné par les libéraux, se propagea, pendant que les cléricaux soutenaient l'enseignement simultané usité dans les écoles congréganistes. Cette émulation fut profitable à l'instruction du peuple. Une preuve de l'intérêt qu'elle inspirait déjà, c'est que le dernier ministre de l'instruction publique sous la Restauration, membre du cabinet Polignac, rendit en 1830 une ordonnance qui contenait les principales dispositions de la loi Guizot; le temps a manqué pour l'appliquer et d'ailleurs une ordonnance n'a pas l'autorité d'une loi pour prescrire en matière financière. Une autre preuve est fournie par le recrutement qui, sur 100 conscrits, en comptait 42 sachant au moins lire en 1827 et plus de 57 en 1838, c'est-à-dire lorsque tiraient au sort les jeunes gens qui avaient quitté les écoles vers 1830.

Néanmoins le résultat était encore fort médiocre. C'est à bon droit que le baron Ch. Dupin, ami sincère de l'instruction populaire, fit honte à ses concitoyens en mettant sous leurs yeux la carte, restée célèbre, sur laquelle il avait figuré le nombre d'habitants correspondant pour chaque département à un élève du sexe masculin inscrit dans les écoles primaires et qui accusait pour la région privilégiée du nord-est (Moselle, Marne, Aube, Côte-d'Or) 1 élève par 10 habitants, tandis qu'elle

attribuait 1 élève par 222 habitants seulement au Morbihan, 1 par 229 à l'Indre-et-Loire et 1 par 268 à la Haute-Loire (1).

Le progrès des écoles primaires depuis la loi Guizot. — Le gouvernement de Louis-Philippe, issu d'une révolution, devait se montrer et se montra en effet, dès le début, favorable à l'instruction populaire. Ce ne fut pourtant qu'après l'échec de plusieurs projets que M. Guizot parvint à faire voter la loi du 28 juin 1833, qui a été en quelque sorte la première charte constitutive de l'enseignement primaire en France. Elle imposait à chaque commune l'entretien d'une école primaire élémentaire et y pourvoyait au moyen d'une imposition de 3 centimes additionnels à trois contributions directes; elle portait à 200fr le minimum du traitement fixe de l'instituteur qui avait droit, en outre, à une rétribution scolaire payée par les parents non indigents; par une hiérarchie de responsabilités habilement graduées de la famille à l'État, elle accordait la gratuité aux indigents, suppléait à l'insuffisance des ressources communales par les subventions du département qui prélevait à cet effet 2 centimes additionnels et, en cas de besoin, à l'insuffisance des départements par les subventions du trésor public; elle créait, en outre, l'enseignement primaire supérieur et les écoles normales primaires. Sous l'influence de cette loi, 2275 écoles furent ouvertes en un an, 450 000 élèves nouveaux furent inscrits et 15 écoles normales furent fondées.

La loi de 1833 ne visait que les écoles de garçons. Une ordonnance de 1836 fit jouir les filles du même avantage, mais

(1) La carte du baron Dupin montre que la région où les écoles étaient le plus fréquentées était celle du nord-est et que le Massif central et la Bretagne étaient les plus mal partagés : renseignement vraisemblable, puisqu'il concorde avec d'autres documents. Cependant la plupart des proportions qu'il donne nous semblent très contestables, puisque, malgré l'accroissement du nombre des élèves depuis cinquante ans, la Côte-d'Or, l'Aube et la Marne ne comptaient que 1 élève du sexe masculin sur 13 à 15 habitants en 1886. La seule explication plausible est que le baron Dupin a pu confondre des filles qui se trouvaient dans les écoles mixtes et les compter comme des garçons; mais, dans ce cas, la proportion donnée pour les trois départements qui sont au bas de l'échelle serait encore plus étonnante; car ces départements comptent aujourd'hui 1 élève du sexe masculin sur 12 à 16 habitants.

sans imposer aux communes, comme l'aurait fait une loi, les dépenses nécessaires.

En 1848, le nombre total des élèves inscrits atteignait 3 millions et demi. Il avait augmenté de 31 pour 100 depuis 1837, date de la première statistique qui fournisse des renseignements complets sur les écoles primaires, et il correspondait à près de 10 élèves par 100 habitants.

La révolution de février 1848 fit éclore de nouveaux projets : les républicains demandaient l'instruction gratuite et obligatoire. Cependant l'Assemblée législative, sous l'inspiration du parti conservateur et religieux, vota la loi du 15 mars 1850 qui proclama la liberté de l'enseignement, rendit obligatoire l'entretien d'écoles de filles, supprima plusieurs créations utiles de la loi de 1833 et ouvrit plus largement les portes à l'enseignement congréganiste.

Le second Empire, qui s'était d'abord montré défiant à l'égard des instituteurs, améliora ensuite quelque peu leur traitement, puis rendit, sous le ministère de M. Duruy, la loi du 10 avril 1867, qui facilita l'extension de la gratuité et imposa à toutes les communes ayant 500 habitants au moins l'obligation d'entretenir une école spéciale de filles.

En 1872, après la tourmente dans laquelle l'Empire avait sombré, les écoles primaires de la France, réduite par la perte de l'Alsace-Lorraine, comptaient 4,722,000 élèves inscrits : l'augmentation, depuis 1837, était de 75 pour 100.

La troisième République n'a pas déployé moins de zèle que la première en faveur de l'instruction primaire ; mais, plus préoccupée des applications pratiques que sa devancière, elle l'a manifesté par des actes. Elle comprenait qu'utile sous tous les régimes, cette instruction est indispensable dans une démocratie et que la direction qui lui est donnée peut exercer une influence considérable sur l'opinion et sur la politique. Divers projets ont été successivement discutés devant le Parlement depuis 1871 ; ils ont abouti à une série de lois qui ont été votées presque toutes sous la présidence de M. Grévy. Ces lois ont provoqué, par des subventions ou des avances aux communes s'élevant en dix ans (1878-1888) à la somme totale de 527 millions de francs, la construction ou la réparation

de plus de 20,000 maisons d'écoles (lois du 1er juin 1878, du 2 août 1881, du 20 juin 1885), établi pour tous les départements des écoles normales d'institutrices (loi du 9 août 1879), réglementé les écoles manuelles d'apprentissage (11 décembre 1880 et décret du 29 mars 1890), décrété la gratuité absolue des écoles primaires publiques (loi du 16 juin 1881), rendu obligatoire l'instruction primaire (loi du 28 mars 1882), réglé (loi du 30 octobre 1886) d'une manière générale l'organisation de l'enseignement primaire et décidé que les écoles publiques auraient à l'avenir un personnel exclusivement laïque (1), fixé (loi du 15 juillet 1889) le traitement des instituteurs, devenu désormais un traitement d'État auquel s'ajoutent, dans certains cas déterminés, des allocations communales, décuplé les subventions du trésor public et transporté ainsi des familles et des communes à l'État la plus forte part des responsabilités et des dépenses, lesquelles formaient, en 1887, un total de 172 millions de francs, sans compter les dépenses de construction et réparation d'écoles.

Tout en reconnaissant qu'il vaut mieux pour les instituteurs dépendre de l'État que des communes, nous n'avons pas vu sans regret disparaître la rétribution scolaire, qui n'excluait pas les indigents de l'école et qui apportait à la masse 16 à 18 millions, et écarter absolument de l'enseignement public les congréganistes dont le concours, réglé par l'autorité administrative, était utile et dont la relégation dans les écoles privées a contribué à diviser les esprits en surexcitant les passions religieuses. Tout en approuvant le principe de la construction d'écoles convenables, nous pensons qu'on aurait moins dépensé si l'on avait procédé avec plus de lenteur et partout avec simplicité, en se préoccupant exclusivement d'intérêts pédagogiques. Mais nous sortirions de notre sujet en discutant ces questions.

Ce qu'il importe de constater ici et ce qui nous paraît évident, c'est que de l'ensemble de ces mesures est sorti un développement vigoureux de l'instruction primaire par la création d'écoles, par le dédoublement des classes trop nombreuses, par l'aug-

(1) Dans un délai de cinq ans pour toutes les écoles de garçons.

mentation du nombre des maîtres et des maîtresses, par le progrès qui s'est fait dans leur préparation, par l'amélioration du matériel d'enseignement, par l'émulation même entre laïques et congréganistes, enfin par le nombre des élèves des deux sexes. De 1872 à 1887, le nombre des écoles publiques a augmenté de 10 000, et celui de leurs maîtres de 22 000; le nombre des écoles privées congréganistes a augmenté de 3000. Pendant que diminuaient les écoles privées laïques, le chiffre des élèves inscrits sur les registres des écoles de toute nature passait, durant la même période, de 4722000 à 5526000 (sans l'Algérie).

Depuis 1837, en cinquante ans, le nombre des élèves a doublé, quoique la population de la France n'ait gagné que 13 pour 100 durant le même temps.

Les trois Tableaux suivants (p. 53, 54, 55, 56 et 57), qui présentent le résumé de la statistique des écoles, des élèves et des budgets, permettent de se faire une idée à peu près exacte des changements et des progrès accomplis (1).

Les résultats de l'enseignement et l'instruction des conscrits et des conjoints. — Si la statistique du nombre des élèves qui suivent l'enseignement primaire est imparfaite, celle des résultats que donne cet enseignement est tout à fait insuffisante.

Les certificats d'études primaires, qui ne datent que d'une quinzaine d'années, ne sauraient rien prouver encore, sinon que l'institution même a fait des progrès (2).

---

(1) La statistique officielle de l'enseignement primaire, dont le premier essai date de la fin de la Restauration, a été longtemps établie d'une manière sommaire. Aujourd'hui même, malgré le soin qu'y apporte l'administration, elle ne fournit pas sur toutes les matières des chiffres d'une précision parfaite. Par exemple, on connaît les dépenses obligatoires, mais on n'a pas connu jusqu'ici toutes les dépenses facultatives des communes. On relève chaque année le nombre des élèves inscrits dans les écoles primaires, mais l'administration n'a pas autorité pour contrôler les nombres fournis par les écoles privées. Pour les écoles publiques, le nombre des élèves inscrits (inscrits pendant l'année entière) est toujours supérieur à celui des élèves qui ont réellement fréquenté les écoles. De deux enquêtes faites le 5 avril 1884 et le 10 février 1885 il est résulté que le nombre des élèves présents dans les écoles publiques, aux jours indiqués, était de 3437543 et de 3584963, tandis que le nombre total des inscrits était de 4421212 et de 4463615.

(2) Il y a eu 5158 certificats délivrés en 1872 et 144046 en 1887. Il y avait eu des certificats de ce genre délivrés avant 1872. (Voir *Statistique de l'Enseignement primaire*, t. II.)

I. — ÉCOLES.

DATE de la statistique.	NOMBRE total des écoles.	ACCROISSEMENT depuis 1837 sur 100 écoles.	NOMBRE D'ÉCOLES pour 10.000 habitants.	NOMBRE D'ÉCOLES		NOMBRE D'ÉCOLES		NOMBRE D'ÉCOLES	
				de garçons et d'écoles mixtes.	spéciales de filles.	publiques.	privées*.	laïques.	congréganistes.
1829	30.536[1]	»	»	30.536	?	»	»	»	»
1832	42.092[2]	»	13	31.420[2]	10.672	32.520	9.572	»	»
1833	» [3]	»	»	33.695	»	»	»	»	»
1837	52.779[4]	100	15.7	38.720	14.059	34.756	18.023	»	»
1840	55.342	105	16.3	39.460	15.882	36.785	18.557	»	»
1843	59.838[5]	113	17.2	42.551	17.287	42.720	17.118	52.225	7.613
1847	»	»	»	»	19.414	43.879	»	»	»
1850	60.579	115	17	39.390	21.189	43.843	16.736	50.267	10.312
1863	68.761	130	18.3	41.494	27.267	52.445	13.316	51.555	17.206
1865	69.699	132	18.2	42.139	27.560	53.350	16.349	51.806	17.893
1866	70.671	134	18.5	42.457	28.214	53.957	16.714	52. 66	18.305
1872	70.179	133	19.4	41.720	28.459	56.313	13.866	51.633	18.546
1875	71.526	136	19.5	42.618	29.072	60.375	11.315	51.722	19.968
1876-77	71.547[6]	136	19.3	42.421	29.126	59.021	12.526	51.657	19.890
1878-79	72.860	138	19.5	43.061	29.799	60.348	12.512	52.803	20.057
1879-80	73.764	139	19.6	43.495	30.269	60.876	12.888	53.800	19.964
1880-81	74.441	140	19.7	44.032	30.409	61.527	12.914	54.628	19.813
1881-82	75.635	143	20	44.335	31.300	62.997	12.638	56.210	19.425
1882-83	77.302	146	20.4	45.224	32.078	64.510	12.790	57.916	19.386
1883-84	78.456	148	20.6	45.885	32.571	65.596	12.860	59.226	19.200
1884-85	79.145	150	21	46.265	32.880	66.123	13.022	60.231	18.908
1885-86	79.555	151	21.2	46.620	33.135	66.500	13.255	68.861	18.890
1886-87	80.209	152	21	46.749	33.460	66.708	13.501	61.547	18.662
1887-88	»	»	»	»	»	»	»	»	»

(¹) Le document relatif à l'année 1829 ne saurait être regardé comme étant d'une exactitude rigoureuse. Le tableau de récapitulation donne, par erreur d'addition, 30 796 au lieu de 30 536, et la récapitulation n'est pas conforme au tableau de détail dont le total serait de 29 101. Plus tard, M. Guizot, reproduisant la statistique de 1829, à côté des nombres recueillis en 1832, donne 27 375. Il est très vraisemblable, d'ailleurs, que le relevé de 1829 n'a porté que sur les écoles de garçons et sur les écoles mixtes : de là la grande différence avec le total obtenu en 1832.

(²) En 1832, les écoles de filles furent recensées comme les écoles de garçons ; mais le ministre reconnut, en dressant la statistique de 1833, que beaucoup d'écoles avaient été omises en 1832.

(³) En 1833, les écoles de garçons et les écoles mixtes furent seules recensées.

(⁴) A partir de 1837, la statistique, faite sous la direction des inspecteurs institués par ordonnance du 26 février 1835, présente plus de garanties.

(⁵) Malgré l'amélioration introduite dans la statistique, les chiffres donnés pour la France entière, en 1843, sont loin d'être en parfaite concordance.

(⁶) La statistique de 1847, qui paraît se rapporter à la situation pendant l'année 1846, ne fournit que des indications incomplètes sur certains points. Ce n'est qu'à l'aide d'un chiffre hypothétique pour les écoles privées que le tome II de la statistique de l'enseignement primaire (*Statistique comparée*, 1829-1877) fournit un total (63 028).

(⁷) Ce nombre est celui qui est inséré dans le volume de la statistique de 1876-77. Les rapports des inspecteurs d'académie aux Conseils généraux pour l'année 1877 fournissent un total de 72 190.

(⁸) Dans les écoles privées (ou libres) sont comptées les écoles libres tenant lieu d'école publique. Sur 12526 écoles privées, en 1876-1877, il y en avait 1746 qui tenaient lieu d'école publique.

II. — ÉLÈVES.

DATE de la statistique.	NOMBRE total des élèves inscrits.	ACCROISSEMENT total p. 100 depuis 1837	NOMBRE d'élèves par 10 000 habitants.	GARÇONS.	FILLES.	ÉCOLES publiques.	ÉCOLES privées.	ÉCOLES laïques.	ÉCOLES congréganistes.
1829	1.357.934[1]	»	417	969.340	388.594?[1]	»	»	»	»
1832	1.937.582	»	596	1.202.673	734.909	»	»	»	»
1833	(1.654.828[2])	»	508	1.654.828[2]	»	»	»	»	»
1837	2.690.035	100	752	1.579.888[3]	1.110.147	2.046.455	643.580	»	»
1840	2.896.934	108	864	1.656.662	1.240.272	2.216.767	680.167	»	»
1843	3.164.297	118	924	1.812.709	1.351.588	2.407.425	756.872	2.457.380	706.917
1847	3.530.135	131	997	2.176.079	1.354.056	»	»	»	»
1850	3.322.423	124	1.067	1.793.667	1.528.756	2.601.619	720.804	2.368.627	953.796
1861	4.286.641	159	1.147	»	»	»	»	2.744.667	1.541.974
1863	4.336.368	161	1.160	2.265.756	2.070.612[5]	3.413.830	922.538	2.725.694	1.610.674
1865	4.436.470	161	1.165	2.306.792	2.129.678	3.477.542	958.928	2.763.524	1.672.946
1866	4.515.967	168	1.186	2.343.781	2.172.186	3.537.709	978.258	2.820.670	1.695.297
1872	4.722.754	175	1.303	2.445.216	2.277.538	3.835.991	886.763	»	»
1875	4.809.728	179	1.303	2.450.683	2.359.045	4.049.953	759.775	2.938.709	1.871.019
1876-77	4.716.935[4]	175	1.281	2.400.882	2.316.053	3.823.348	893.587	(2.648.562)[6]	2.068.373)[6]
1878-79	4.869.087	175	1.302	2.478.417	2.390.670	3.982.802	886.285	3.027.560	1.841.527
1879-80	4.949.591	183	1.319	2.518.401	2.431.190	4.015.097	934.494	3.144.938	1.804.653
1880-81	5.049.363	187	1.340	2.568.339	2.481.024	4.079.968	969.395	3.276.982	1.772.381

1881-82	5.341.211	198	1.413	2.708.510	2.632.701	4.359.256	981.955	3.567.861	1.773.350
1882-83	5.432.151	201	1.415	2.743.564	2.688.587	4.409.310	1.022.841	3.655.035	1.777.116
1883-84	5.468.681	203	1.453 [7]	2.759.650	2.709.631	4.421.212	1.047.469	3.701.596	1.767.085
1884-85	5.531.229	205	1.468	2.790.169	2.741.060	4.463.615	1.067.857	3.718.611	1.736.618
1885-86	5.517.141	205	1.465	2.785.609	2.731.532	4.443.632	1.073.509	3.714.303	1.752.838
1886-87	5.526.365	205	1.446	2.789.685	2.736.680	4.444.568	1.081.797	3.819.110	1.707.255
1887-88	»	»	»	»	»	»	»	»	»

(1) Le total des élèves en 1829 ne comprend que les garçons fréquentant en hiver les écoles de garçons et les écoles mixtes, et un certain nombre de filles fréquentant les écoles mixtes.

(2) La statistique de 1833 n'a porté que sur les écoles de garçons ; l'accroissement considérable des élèves garçons, de 1832 à 1833, provient, comme le faisait alors remarquer le ministre, principalement du soin plus grand avec lequel l'enquête a été faite ; il provient aussi de l'inscription d'un certain nombre de filles fréquentant les écoles mixtes.

(3) La différence en moins qui existe entre le nombre des garçons fréquentant les écoles en 1833 et en 1837 provient de la distinction qui a été faite, dans cette dernière statistique, entre les garçons et les filles fréquentant les écoles mixtes. Ces dernières ont été comptées avec les filles des écoles de filles, en 1837, première époque à laquelle, par suite de l'ordonnance du 13 juin 1836, la statistique des filles fréquentant les écoles ait été dressée.

(4) En 1876-77, le ministère de l'instruction publique recommanda aux inspecteurs de ne faire compter, conformément aux instructions de la commission de statistique, que les élèves qui avaient été inscrits sur les registres matricules pendant l'année scolaire. Quoique cette recommandation n'ait pas été partout suivie, elle a eu pour résultat de donner un total plus rapproché de la réalité, mais inférieur à celui qu'auraient donné les anciens procédés. Ainsi, les inspecteurs d'académie, dressant la liste des élèves d'après les anciens procédés dans leurs rapports aux conseils généraux, ont donné des nombres dont le total s'élève à 4 903 926 pour l'année 1876, et à 4 918 890 pour l'année 1877.

(5) L'accroissement rapide du nombre des filles, à partir de cette époque, est dû principalement à des lois nouvelles : loi du 15 mars 1850, loi du 10 avril 1867, etc.

(6) Les nombres entre parenthèses se trouvent dans le tome II de la *Statistique comparée de l'enseignement primaire*, 1829-1877. Mais ces nombres, obtenus en partie par un dépouillement direct, en partie par le calcul, sont entachés d'erreur et fournissent des rapports qui ne sont pas vraisemblables.

(7) Il ne faut pas oublier que la France étant un pays où la proportion du nombre des enfants dans la population totale est peu considérable, 453 élèves par 10 000 habitants représentent une proportion d'enfants inscrits dans les écoles, relativement au nombre d'enfants en âge de suivre es écoles, plus élevée que dans les autres pays d'Europe.

III. — DÉPENSES ORDINAIRES DES ÉCOLES PRIMAIRES PUBLIQUES.

(Nombres exprimés en millions de francs).

ANNÉES.	TOTAL.	DÉPENSES ORDINAIRES.				SUBVENTION	
		DONS et legs [3].	RÉTRIBUTION scolaire.	RESSOURCES communales [5].	TOTAL DES FONDS des communes.	du département.	de l'État.
1833	10.5	»	»	»	»	»	»
1837	9.1	»	»	»	»	»	»
1840	9.9	»	»	»	»	»	»
1850	12.3	»	8.7	»	»	»	»
1855 [1]	25.6	0.17	9.1	9.9	19.2	3.3	3.1
1860	28.1	0.23	11.9	10.7	22.8	3.0	2.4
1861	29.3	0.26	12.7	11.1	24.1	3.0	2.3
1862	30.1	0.27	13.3	11.5	25.1	2.9	2.1
1863	32.4	0.30	14.4	12.3	27.0	2.8	2.6
1864	34.3	0.32	14.9	13.5	28.8	2.8	2.7
1865	34.6	0.35	15.2	13.5	29.0	2.8	2.7
1866	35.1	0.34	15.1	13.7	29.2	2.8	3.1
1867	33.8	0.37	14.8	12.3	27.6	2.9	3.5
1868	48.9	0.70	18.6	19.3	38.6	4.8	5.4
1869	49.6	0.74	19.2	18.1	38.0	4.9	6.6
1870	53.7	0.90	18.5	22.4	41.8	5.2	6.7
1871	53.6	0.93	16.6	22.0	39.5	5.5	8.6
1872	56.2	0.94	17.5	23.1	41.6	5.5	9.0
1873	60.0	0.97	17.8	25.9	44.7	5.7	9.7
1874	61.9	1.00	18.0	27.5	46.5	5.7	9.7
1875	63.8	1.05	18.5	28.0	48.2	5.8	9.7
1876	68.2	0.95	18.9	31.0	50.8	6.8	10.5
1877	71.7 [2]	1.00	18.8	31.7	51.5	8.1	12.2
1878	77.4	1.02	18.2	33.8	53.1	8.7	15.6
1879	79.8	1.03	17.4	35.1	53.4	8.6	17.8
1880	82.3	1.02	16.5	36.3	53.9	8.6	19.8

1881	87.1	1.03	8.9 (4)	38.1	48.0	8.3	30.9
1882	94.9	0.67	»	19.6	20.3	6.3 (6)	68.2
1883	99.1	0.61	»	22.7	23.3	5.9	70.0
1884	94.8	0.55	»	15.1	15.6	5.0	74.2
1885	106.8	0.56	»	26.2	26.7	5.1	75.3
1886	107.7	0.49	»	27.6	28.0	4.8	»
1887	109.0	0.50	»	29.0	29.0	»	»

(1) L'administration de l'instruction publique n'a pu réunir les documents nécessaires pour établir les dépenses ordinaires de l'enseignement primaire qu'à partir de l'année 1855.

(2) Ces totaux ne comprennent que les dépenses obligatoires. Il y a, en outre, des dépenses ordinaires facultatives dont l'administration de l'instruction publique a donné la statistique depuis 1877. Ces dépenses facultatives, qui proviennent principalement des ressources communales (2 737 098 francs en 1877 sur un total de 3 001 679, et 6 868 097 francs en 1882 sur un total de 7 379 128 francs) et qui consistent en grande partie en suppléments de traitement, ont porté le total des dépenses ordinaires à :

74 millions 7 en 1877	86 millions 0 en 1880
80 — 5 en 1878	90 — 4 en 1881
83 — 2 en 1879	102 — 2 en 1882

(3) Ces dons et legs sont considérés comme des fonds communaux et administrés par les communes.

(4) La rétribution scolaire, qui figurait dans les ressources communales, a été supprimée par la loi du 16 juin 1881 sur la gratuité de l'instruction primaire.

(5) Les ressources communales proprement dites comprenaient les prélèvements sur les revenus ordinaires, le produit des centimes additionnels ou spéciaux (3 centimes par la loi du 15 mars 1850, 4 centimes par la loi du 19 juillet 1875), et le produit de centimes extraordinaires affectés à des traitements ou à des portions de traitements facultatifs (4 centimes extraordinaires pour les communes qui voulaient établir la gratuité absolue d'après la loi du 10 avril 1867). Depuis la loi du 16 juin 1881, elles se composent : 1° des 4 centimes spéciaux, dont les communes peuvent toutefois s'exonérer, en tout ou en partie, au moyen d'un prélèvement sur les dons et legs ou sur les ressources ordinaires et extraordinaires municipales ; 2° d'un prélèvement, jusqu'à concurrence d'un cinquième, sur certains revenus ordinaires, prélèvement dont en fait toutes les communes, moins cinq villes : Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Lille, ont été affranchies par la loi de finances du 29 juillet 1881. Le prélèvement sur les ressources ordinaires, qui s'était élevé à 18 988 297 francs en 1881, est tombé à 5 419 321 francs en 1882. Les lois de finances du 29 décembre 1882 et du 30 janvier 1884 ont autorisé les communes à remplacer tout ou partie du prélèvement du cinquième des revenus ordinaires par une imposition extraordinaire qui ne doit pas excéder 4 centimes additionnels au principal des quatre contributions directes.

(6) La subvention départementale s'est trouvée réduite par suite de l'application d'une plus forte partie du budget départemental de l'instruction aux écoles normales primaires.

NOTA. — Les changements qui ont été introduits depuis 1880 dans le régime financier et dans la comptabilité de l'enseignement primaire rendent difficile et même incertain sur quelques points le calcul des recettes et des dépenses totales.

Les brevets de capacité ne prouvent pas plus que les certificats d'études primaires, parce que le nombre des candidats est en grande partie déterminé par le nombre probable d'emplois à remplir, que les institutrices en particulier ont fourni tout à coup beaucoup d'aspirantes sous l'influence des réformes opérées de 1878 à 1882 et que le désir des jeunes filles (lequel ne s'est généralisé que depuis une vingtaine d'années) d'obtenir ce diplôme comme consécration de leurs études a notablement augmenté la clientèle des examens ([1]).

Le dénombrement quinquennal de la population a donné trop rarement des renseignements sur l'instruction pour qu'on en tire une comparaison instructive ([2]). On peut dire seulement que, vers 1870, la moitié à peu près de la population française savait écrire et que plus des deux tiers des personnes âgées de plus de six ans savaient au moins lire.

Les seuls termes de comparaison dont la statistique possède des séries régulières sont l'instruction des conscrits constatée chaque année par le recrutement et la signature de l'acte de mariage par les conjoints : termes assurément insuffisants, puisque déclarer qu'on peut lire ou tracer les lettres de son nom en un jour solennel ne constitue pas un brevet d'instruction. Toutefois la progression des nombres durant une suite

---

([1]) Ainsi, le nombre des brevets élémentaires d'instituteur s'est élevé de 2186 (brevet obligatoire) en 1861, à 2829 en 1878, puis très rapidement à 9777 en 1881, et il est retombé à 3636 en 1887. Celui des brevets d'institutrice s'est élevé de 2007 (brevet obligatoire) en 1861 à 6572 en 1878, puis jusqu'à 21762 en 1885 pour retomber à 8963 en 1887. Il est vrai que c'est pendant cette période que toutes les institutrices en exercice ont dû se pourvoir du brevet et que le nombre des places à remplir a été le plus considérable par suite de la création ou de la laïcisation d'un grand nombre d'écoles. Les aspirants et aspirantes ont d'ailleurs été beaucoup plus nombreux que les emplois disponibles. Le ministre, pour arrêter le flot montant des demandes, a cru devoir publier le nombre des postulants, lequel était de 14722 au 31 octobre 1886.

([2]) Les recensements de 1866 et de 1872, les seuls dans lesquels figure l'état de l'instruction primaire, ont établi les proportions suivantes ;

	1866	1872
Personnes ne sachant ni lire ni écrire (dont un quart environ ayant moins de 5 ans)	39	36,9
Personnes sachant lire seulement	16,2	10,5
Personnes sachant lire et écrire	49,6	51,7
Personnes dont on n'a pu vérifier l'instruction	1,2	0,9
	100 »	100 »

d'années a quelque signification. La *fig.* 1 (p. 60) rend sensible cette progression de 1827 à 1887 ([1]).

La courbe des signatures d'époux que nous avons placée sur la même figure confirme à peu près celle des conscrits, tout en restant en réalité un peu au-dessous ([2]). La courbe des signatures d'épouses reste partout au-dessous de celle des conscrits, mais avec une tendance à s'en rapprocher : résultat conforme aux efforts faits depuis 1850 pour élever peu à peu l'instruction des filles au niveau de celle des garçons.

Le nombre des signatures d'épouses a varié de 34 pour 100 en 1820, à 53 en 1854 et à 83,4 en 1887. Celui des signatures d'époux a varié de 54 pour 100 en 1820, à 69 en 1854; il s'est élevé rapidement depuis 1870 et il était de 85 en 1884.

De 1827 à 1887, il y a eu 47 conscrits de plus sur 100 qui ont déclaré savoir lire; le nombre a donc plus que doublé. Il ne restait guère que 10 illettrés sur 100 conscrits à cette dernière date.

Quand on compare le progrès par périodes, on peut s'étonner qu'il ne corresponde pas précisément aux dates des lois organiques de l'enseignement et aux accroissements de budget.

Il y a assurément des défauts de concordance qu'il serait difficile d'expliquer en détail ([3]); toutefois on peut dire en général que les lois ne produisent leur plein effet sur l'in-

([1]) Voici le résumé par périodes quinquennales du nombre des conscrits sachant au moins lire sur 100 jeunes gens appelés par le recrutement.

1827-29	44,8	1851-55	65,9	1876-80	84,8
1831-35	52,6	1856-60	68,9	1881-85	87,5
1836-40	56,3	1861-65	73,0	1886-88	89,4
1841-45	60,0	1866-68	78,6		
1846-50	64,0	1871-75	82,7		

Classe de 1886............. 319393 jeunes gens.

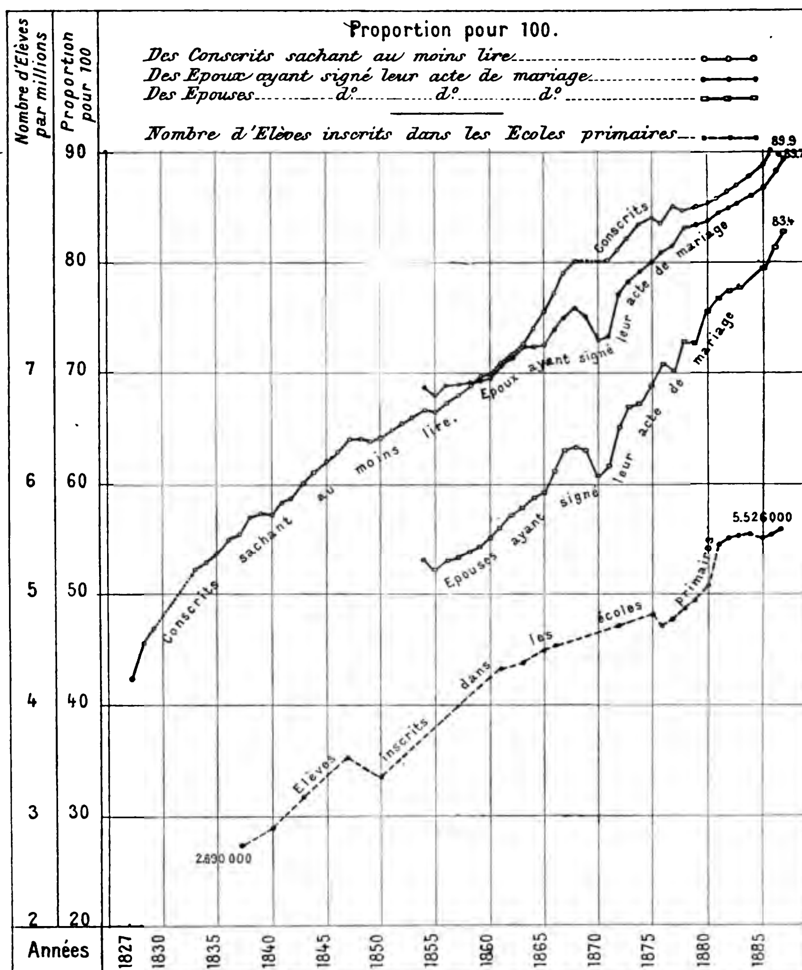
Jeunes gens sachant lire au moins	278162
» » ne sachant pas lire	32077
» » dont on n'a pu vérifier l'instruction	9154

([2]) Il est bon d'observer qu'on tire à 21 ans et qu'on se marie à 28; pour ramener ces situations à la période scolaire, il conviendrait de reculer de 7 années vers la gauche la courbe des époux.

([3]) Il est singulier, par exemple, que pendant la guerre de 1871 et même en 1872, le nombre des signatures d'époux et d'épouses ait diminué.

struction des élèves qu'après plusieurs années, que ces effets

Fig. 1.



Conscrits sachant lire et époux et épouses ayant signé leur acte de mariage.
(Avec le nombre d'élèves inscrits dans les écoles primaires.)

ne se manifestent que plus tard encore par l'instruction des adultes, que les accroissements de budget peuvent améliorer la situation des écoles et celle des maîtres, voire même l'ensei-

gnement sans avoir pour conséquence une augmentation du nombre des jeunes gens capables de lire ou de signer (¹).

Si l'on examine la répartition par département, on voit que le nord-est de la France et une portion de la Normandie conservent la supériorité qu'ils avaient déjà au XVIIIe siècle; car des Ardennes aux Hautes-Alpes et de la Manche à Belfort s'étend une zone considérable dans laquelle le nombre des conscrits lettrés dépassait 94 pour 100 en 1886 (²). C'est encore dans le centre et dans l'ouest que sont les retardataires. Mais ceux-ci ont fait pour monter vers le niveau commun des efforts qui ont été couronnés de succès et, de même que l'instruction des épouses s'est rapprochée de celle des époux, de même les départements arriérés se sont rapprochés des plus avancés; entre le Jura, qui était au premier rang avec 99 lettrés, en 1886, et le Morbihan qui en avait 63, la différence est beaucoup moindre qu'entre les Vosges qui en avaient 92 et les Landes 5 seulement en 1789 (³). L'instruction est plus générale et plus également répartie aujourd'hui qu'autrefois. La comparaison des deux cartes insérées ci-après (*fig.* 2, signature des époux en 1786-1790; *fig.* 3, conscrits sachant lire en 1886) le prouve.

Elle est aussi plus complète. Lire et signer ne sont qu'un minimum. Quel est au-dessus de ce minimum le véritable degré auquel les écoliers s'élèvent en moyenne? La mesure manque; mais le bon sens peut y suppléer jusqu'à un certain point. Il y a sans doute beaucoup d'efforts perdus dans l'œuvre de l'enseignement; cependant les résultats sont en définitive dans une certaine proportion avec les moyens. Si, vers 1789, lire, écrire et chiffrer, suivant une définition donnée

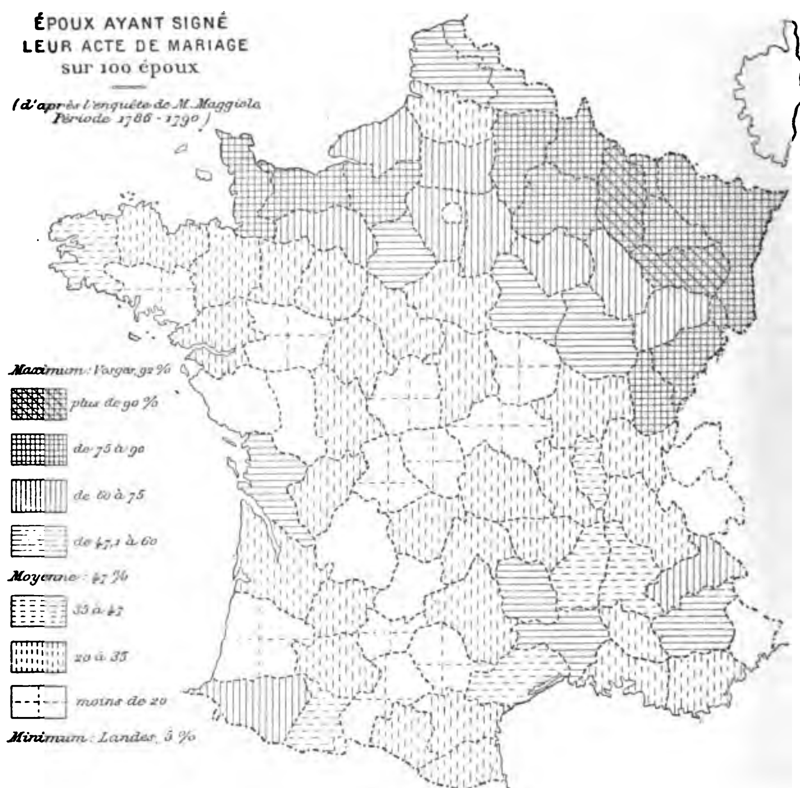
(¹) Au-dessous des trois courbes de l'instruction, nous avons placé, en prenant des équidistances analogues, la courbe du nombre des élèves des écoles primaires; elle a à peu près la même allure.

(²) En 1789, dix départements de cette zone possédaient plus de 75 époux sur 100 ayant signé leur acte de mariage. En 1888, 26 départements de cette zone et l'Aveyron et 2 départements pyrénéens (Pyrénées-Orientales et Hautes-Pyrénées) avaient plus de 94 conscrits sachant lire sur 100.

(³) Les Vosges en 1886 avaient 97,9 conscrits lettrés, les Landes 75,7 : exemple qui montre que le progrès général résulte principalement du progrès des régions les plus arriérées.

par le premier Empire ([1]), constituait le bagage ordinaire d'un élève d'école primaire, c'est que le degré d'instruction des maîtres, le matériel scolaire, la tenue générale des classes

Fig. 2.



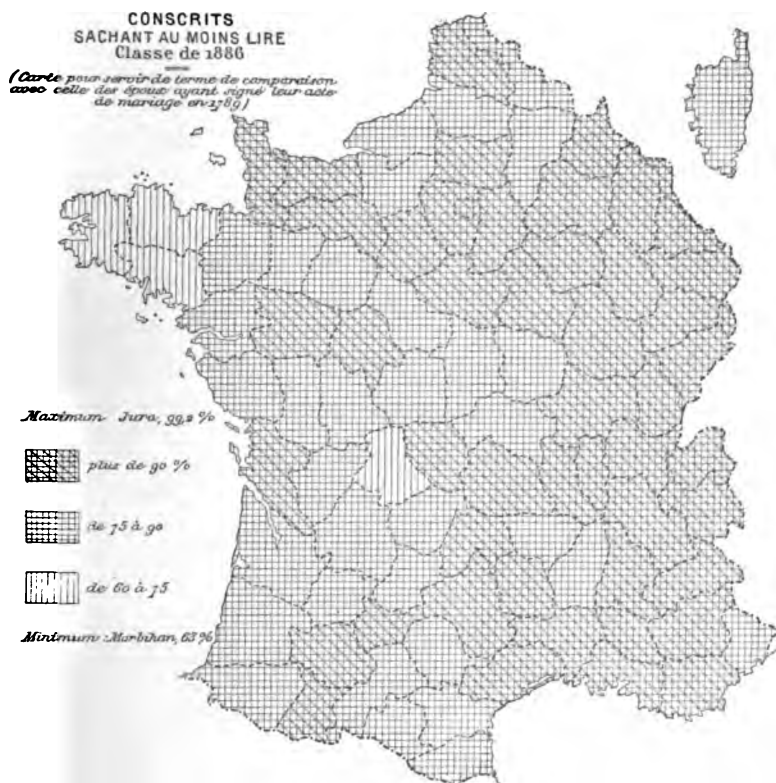
Époux ayant signé leur acte de mariage (1786-1790).

ne permettaient guère d'obtenir davantage. La Convention s'était préoccupée de faire composer des livres à l'usage de l'enseignement primaire qui faisaient presque totalement dé-

([1]) L'instruction ministérielle du 14 juin 1816 n'exigeait des institutrices pour l'obtention du brevet primaire que « de savoir lire, écrire, chiffrer et d'être en état de bien montrer ces trois choses ».

faut (¹). Ce n'est que sous la Restauration, avec la rivalité de

Fig. 3.



Conscrits sachant lire (1886).

l'enseignement mutuel et de l'enseignement simultané, et surtout sous le règne de Louis-Philippe, par une conséquence

(¹) Dans le *Répertoire des Ouvrages pédagogiques du* XVIᵉ *siècle* (*Mémoires et documents scolaires publiés par le Musée pédagogique*, fascicule n° 3) on voit par le très petit nombre de publications faites en français qu'à l'époque de la Renaissance, l'enseignement primaire préoccupait beaucoup moins les pédagogues que l'enseignement classique. Dans les alphabets même, il ne s'en trouve que trois en français (accompagnés de prières), tandis qu'il y en a vingt-quatre en latin. La bibliothèque des livres de l'enseignement primaire et de l'enseignement du français en général était encore bien restreinte au XVIIᵉ et au XVIIIᵉ siècle.

de la loi de 1833, qu'on commença à posséder, outre les alphabets et les modèles d'écriture, de bons livres de lecture; il y en a même eu d'excellents. Il s'est formé depuis ce temps une abondante littérature en ce genre qui a considérablement amélioré les procédés et agrandi les cadres de l'enseignement en mettant à la portée des enfants des connaissances variées de grammaire, d'histoire, de géographie et de science. Le temps présent, depuis 1870, a été particulièrement fécond sous ce rapport. Les élèves étudient dans ces livres; la plupart des écoles ont une bibliothèque; les murs des classes sont garnis de cartes et d'images instructives. Le personnel des maîtres s'est transformé depuis la création des écoles normales et les écoles normales elles-mêmes se sont transformées depuis une dizaine d'années ([1]). S'il s'élève encore des critiques contre les programmes, ce n'est plus l'insuffisance, mais l'excès et la surcharge qu'elles visent. A tout homme qui jugera sans parti pris cette question, il paraîtra impossible que le développement intellectuel des jeunes générations par l'instruction primaire et par les enseignements complémentaires ne soit en moyenne plus large aujourd'hui qu'autrefois.

L'instruction primaire comparée en France et à l'étranger. — S'il est impossible de trouver une bonne mesure de comparaison pour l'instruction populaire en France à diverses époques, il l'est, à plus forte raison, pour la comparaison de la France avec l'étranger. On peut dire cependant que notre pays occupe sous ce rapport un rang moyen en Europe, entre les États scandinaves et la majorité des peuples germaniques qui tiennent la tête et les États de la péninsule Ibérique et ceux de race slave qui sont au dernier rang. Presque tous ont fait

([1]) En 1869, il y avait 76 écoles normales d'instituteurs et 11 écoles normales d'institutrices. En 1887, il y avait 90 écoles normales d'instituteurs et 81 écoles normales d'institutrices (Algérie comprise). Outre le brevet élémentaire et le brevet supérieur, plusieurs autres examens, certificat d'aptitude pédagogique, certificat d'aptitude au professorat des écoles normales et des écoles primaires supérieures, diplômes spéciaux pour le dessin, le chant, les travaux manuels, etc., ont été institués; deux écoles normales primaires supérieures ont été fondées pour former des professeurs d'école normale et ont une direction vraiment pédagogique.

depuis vingt ans de notables progrès : cependant une distance considérable sépare encore les premiers des derniers ([1]).

([1]) Nous avions essayé de classer en 1873 (*Rapport sur l'instruction primaire et sur l'instruction secondaire à l'Exposition universelle de Vienne*) les pays d'après le nombre d'élèves inscrits dans les écoles primaires par 100 habitants. Ce mode de comparaison est imparfait, parce qu'indépendamment du peu de précision de la statistique des élèves, la proportion des enfants à la population totale et l'âge scolaire, c'est-à-dire le nombre d'années que les enfants passent à l'école primaire, varient d'un pays à l'autre. Nous avons néanmoins pu tirer de ce classement quelques conclusions vraisemblables sur l'influence de la race, de la politique, de la religion, du climat et nous pouvons ajouter que c'est en partie au vœu exprimé dans ce travail qu'est due la création de la commission de statistique de l'enseignement primaire, instituée par M. Wallon, ministre de l'instruction publique, sur la proposition de M. Boutan.

Nous donnons le Tableau récapitulatif suivant qui s'applique à une période plus récente et que nous avons dressé d'après la Statistique du royaume d'Italie.

	CONSCRITS ne sachant pas lire (sur 100 conscrits)		ÉPOUX ne sachant pas signer (sur 100 époux).		INDIVIDUS de tout âge (population totale) ne sachant pas lire (sur 100 hab.)		INDIVIDUS de plus de 6 ans ne sachant pas lire (sur 100 individus).		INDIVIDUS de plus de 10 ans ne sachant pas lire (sur 100 individus).	
	Date du renseigt	Nomb.	Date.	Nomb.	Date.	Nomb.	Date.	Nomb.	Date.	Nomb.
Suède......	1883	0,3	»	»	»	»	»	»	»	»
Danemark..	1881	0,3	»	»	»	»	»	»	»	»
Emp. allem.	1883	1,3	»	»	»	»	»	»	»	»
Suisse......	1884	2,1	»	»	»	»	»	»	»	»
Pays-Bas....	1884	9,9	1877	11,2	»	»	»	»	»	»
France.....	1884	12,3	1882	18,5	1872	36,9	1872	31,4	»	»
Belgique....	1883	15,4	»	»	1880	42,2	1880	34,3	»	»
Autriche....	1884	31,1	»	»	1880	44,5	1880	34,3	»	»
Hongrie....	1884	45,0	»	»	1889	57,1	1880	48,7	»	»
Italie.......	1884	47,2	1884	55,8	1881	67,2	1881	61,9	1881	61,7
Russie......	1882	78,8	»	»	»	»	»	»	»	»
Serbie......	1881	79,3	»	»	1874	93,3	»	»	»	»
Bade.......	»	»	1884	0,03	»	»	»	»	»	»
Prusse.....	»	»	1884	4,2	»	»	»	»	1871	12,2
Écosse....	»	»	1883	9,2	»	»	»	»	»	»
Angleterre..	»	»	1883	14,1	»	»	»	»	»	»
Irlande.....	»	»	1884	26,4	1881	33,5	1881	23,7	»	»
Espagne....	»	»	»	»	1877	72,0	»	»	»	»
Croatie.....	»	»	»	»	1880	78,2	1880	73,6	»	»
Portugal....	»	»	»	»	1878	79,1	»	»	»	»
Finlande...	»	»	»	»	»	»	»	»	1880	1,9
États-Unis :										
Pop. blanche	»	»	»	»	»	»	»	»	1880	9,4
Pop.couleur.	»	»	»	»	»	»	»	»	1880	70,0

L'enseignement primaire supérieur et l'enseignement professionnel. — Les cours d'adultes et les écoles du soir, les conférences que Condorcet avait été un des premiers à recommander aux instituteurs ([1]) complètent l'instruction ou l'entretiennent en y ajoutant certains développements. La statistique en est très imparfaite ([2]) et il est difficile d'apprécier leur influence, parce que la fréquentation est irrégulière et que les élèves diffèrent beaucoup en capacité, depuis l'illettré qui apprend à épeler jusqu'au contremaître qui étudie une science ou l'employé de commerce qui apprend une langue étrangère.

Au-dessus de l'école élémentaire se place l'école primaire supérieure.

L'enseignement qu'elle donne est destiné à satisfaire certains besoins sociaux que les temps passés éprouvaient beaucoup moins que le nôtre; on en rencontrait des traces dans certains collèges et dans quelques écoles privées au XVIIIe siècle, mais sans organisation régulière. La loi du 28 juin 1833 lui fit, pour la première fois, une place distincte; celle du 15 mars 1850 la lui retira; celle du 30 octobre 1886 la lui a rendue en confirmant diverses mesures législatives ou administratives prises depuis 1878. En juin 1886, les écoles publiques subventionnées de cette espèce, au nombre de 243, instruisaient 19745 élèves, sans compter 8843 autres élèves des cours complémentaires annexés à des écoles primaires ([3]). Ce résultat est loin de paraître suffisant lorsqu'on réfléchit qu'il

---

([1]) Il paraît que les premiers essais de cours d'adultes en France sont dus à l'abbé de La Salle. (Voir *Statistique de l'enseignement primaire*, t. II, p. CXXXIX).

([2]) Le total des élèves des cours d'adultes qui, d'après la statistique officielle, était de 68000 en 1840, s'éleva (du moins d'après les déclarations des instituteurs qui recevaient une indemnité) jusqu'à 829000. Il était de 198000 en 1885-1886; mais ce nombre, peut-être exagéré pour beaucoup de départements, semble être très incomplet pour le département de la Seine. En tout cas, il est certain que le nombre des élèves des classes d'adultes est en voie de diminution.

([3]) Ces nombres ne comprennent que les élèves des écoles publiques et ceux des écoles privées recevant des boursiers de l'État. Le nombre total des élèves est plus considérable; car la *Statistique de l'enseignement primaire* pour 1881-82 l'évaluait à 30000 environ avec les écoles libres; il était de 27000 en 1850 avant la promulgation de la loi du 15 mars 1850.

y a en France, dans l'agriculture, l'industrie et le commerce, plus d'un million d'hommes ou de femmes auxquels ce genre d'instruction serait utile.

L'enseignement secondaire spécial, quoiqu'étant, malgré son nom, un enseignement général, remplit en partie cet office ; mais il n'est pas suffisamment approprié au but. En 1865, il comptait dans les établissements publics 16882 élèves ([1]); en 1878, il en comptait 23000 ([2]); ce nombre n'est pas plus élevé aujourd'hui qu'il y a dix ans (en 1877).

L'enseignement professionnel s'est développé d'une manière plus pratique dans des écoles spéciales : cours de dessin, écoles d'apprentissage fondées par des chambres syndicales, Écoles d'Agriculture, écoles techniques, comme les Écoles d'Arts et Métiers et l'École des Mineurs de Saint-Étienne ; Écoles de Commerce ; établissements de degré supérieur, comme l'École Centrale, l'École des Mines et l'École des Ponts et Chaussées ; cours publics, comme ceux du Conservatoire des Arts et Métiers. De ce côté, les moyens d'enseignement ont augmenté : ils ne sont pas encore suffisants.

L'enseignement secondaire. — L'instruction secondaire classique est donnée dans les lycées, les collèges et les établissements libres. Depuis 1855, la population des lycées a doublé, surtout parce que l'État a créé un grand nombre d'établissements de cet ordre ; celle des collèges communaux qui, suivant les circonstances, a eu des fortunes diverses, a augmenté de 60 pour 100 ([3]).

En 1809, au moment où l'Université venait d'être créée, on

([1]) 5002 dans les lycées et 11880 dans les lycées communaux.

([2]) 11222 dans les lycées et 11665 dans les collèges communaux (sans compter l'Algérie).

([3]) Voici de dix en dix ans le nombre des élèves (internes et externes) des lycées et collèges de France :

Année.	Lycées.	Collèges.	Année.	Lycées.	Collèges.
1810...	9 310	22 171	1860...	27 272	28 531
1820...	11 981	21 781	1869...	36 651	32 614
1830...	14 920	27 308	1880...	46 267	40 641
1840...	16 953	24 912	1887...	53 816	36 086
1850...	20 453	27 488			

comptait 697 établissements libres ayant 23 508 élèves. Le total avec les lycées et collèges, s'élevait, en 1810, à 55 000 élèves environ, nombre inférieur à celui de 1789.

En 1842, on comptait 31 816 élèves dans 1 016 établissements libres. Avec les lycées et collèges le total était d'environ 74 000.

En 1865, sous le bénéfice de la loi du 15 mars 1850, le nombre s'était élevé à 77 906 dans 935 établissements libres; le total, avec les lycées et collèges, dépassait 143 000. Le progrès qui avait en vingt ans plus que doublé le nombre des élèves de l'enseignement libre s'était accompli entièrement au profit des établissements congréganistes, pendant que déclinait l'enseignement laïque libre (1).

En 1876, les établissements ecclésiastiques avaient continué à grandir pendant que s'amoindrissaient les institutions libres laïques; mais le total de l'enseignement libre avait peu changé (78 065 élèves) et le total général était de 157 000. Il était alors plus que double du nombre attribué à cet enseignement en 1789, quoique la population de la France fût loin d'avoir doublé et que nous n'ayons pas compté dans les totaux de 1842, de 1865 et de 1876 les élèves des petits et des grands séminaires (2).

En 1887, le nombre des élèves de l'enseignement secondaire s'élevait en tout à 160 000. L'enseignement public, pour lequel on avait augmenté le nombre des bourses (3), comptait dans ses établissements environ 55 pour 100 (90 000) du total, et l'enseignement privé 45 pour 100 (70 000) dont les cinq septièmes se trouvaient dans des maisons tenues par le clergé. La décadence de l'enseignement laïque libre et le progrès de l'enseignement congréganiste avaient continué durant cette

(1) A l'époque où fut rendue la loi de 1850, il y avait 914 établissements privés avec 52 906 élèves. La liberté provoqua de nombreuses créations (1081 établissements et 63 657 élèves en 1854) dont une partie fut éphémère. De 1854 à 1865, 168 maisons laïques se fermèrent pendant que 22 établissements ecclésiastiques s'ouvraient. En 1865, il y avait 43 009 élèves dans 657 établissements laïques et 34 897 dans 278 établissements ecclésiastiques.

(2) Avant 1789, la plupart des jeunes gens qui se destinaient à la prêtrise faisaient leurs études dans les collèges; aujourd'hui une partie des élèves des petits séminaires n'entre pas dans les ordres.

(3) En 1876, le nombre des bourses était de 2864; il n'y avait que des bourses d'interne; en 1887, il était de 5589 (dont 1139 bourses d'externe).

période et le nombre des élèves appartenant à ce dernier égalait presque, en dernier lieu, celui des lycées. Ces deux mouvements contraires, ainsi que le progrès des lycées et la diminution des collèges communaux, se sont fortement accentués de 1876 à 1887 (1).

De 1876 à 1887, plus de changements se sont produits dans la répartition des élèves entre les catégories d'établissements que d'accroissement dans le nombre total. Cette période néanmoins fournit des indices d'un certain progrès. Quelque jugement qu'on porte sur la valeur du baccalauréat et quelque regret que les pédagogues éprouvent en voyant la préparation exclusive de l'examen prendre trop de place dans les préoccupations de la jeunesse au détriment des études libérales, le

(1) Le ministère de l'Instruction publique relève tous les ans le nombre des élèves des établissements publics. Mais il n'entreprend qu'à de rares intervalles la statistique de l'enseignement privé. Il l'a fait à propos des trois dernières expositions universelles et il a publié, à chacune de ces occasions, un volume de statistique de l'enseignement secondaire. Cette statistique se rapporte aux années 1865, 1876 et 1887. Nous avons donné dans une note précédente les résultats sommaires de 1865. Voici ceux de 1876 et de 1887 :

	NOMBRE des établissements.		NOMBRE des élèves.	
	1876	1887	1876	1887
Lycées	81	100	40995	53816
Collèges communaux	252	246	38236	36086
Établissements libres. laïques	494	309	31249	20174
Établissements libres. congréganistes	302	349	46816	50085
Totaux	1129	1004	157296	160161

	RÉPARTITION PAR NATURE D'ENSEIGNEMENT : Lycées.		Collèges.	
	1876	1887	1876	1887
Enseignement classique	31299	42594	14992	17368
» spécial	8696	11222	14012	11665
» primaire	»	»	9232	7053

diplôme est néanmoins une sanction. Or, le nombre de jeunes gens reçus bacheliers ès sciences était de 300 environ en 1826, de 2200 en 1866, de 2700 en 1876, de 3630 en 1887-88; celui des bacheliers ès lettres d'environ 930, 2930, 3500 et 3860 aux mêmes dates [*Voir* les deux courbes (1), *fig.* 4]. Cette augmentation considérable doit être attribuée, non aux examinateurs qui paraissent être devenus plus sévères, mais aux candidats qui sont beaucoup plus nombreux (2).

En 1840, le nombre des bacheliers ès lettres reçus a été de 2934 sur 5227 candidats (72 pour 100 admis), proportion bien supérieure à celle de nos jours. Cet examen était alors obligatoire pour tous les écoliers qui voulaient obtenir le diplôme d'études secondaires, puisqu'on n'était admis au baccalauréat ès sciences qu'en justifiant du baccalauréat ès lettres. Aujourd'hui les deux diplômes sont indépendants et il y a, en outre, le baccalauréat de l'enseignement secondaire spécial. Or, le nombre total des bacheliers ès lettres ou ès sciences s'est élevé à 7590 dans l'année scolaire 1887-1888.

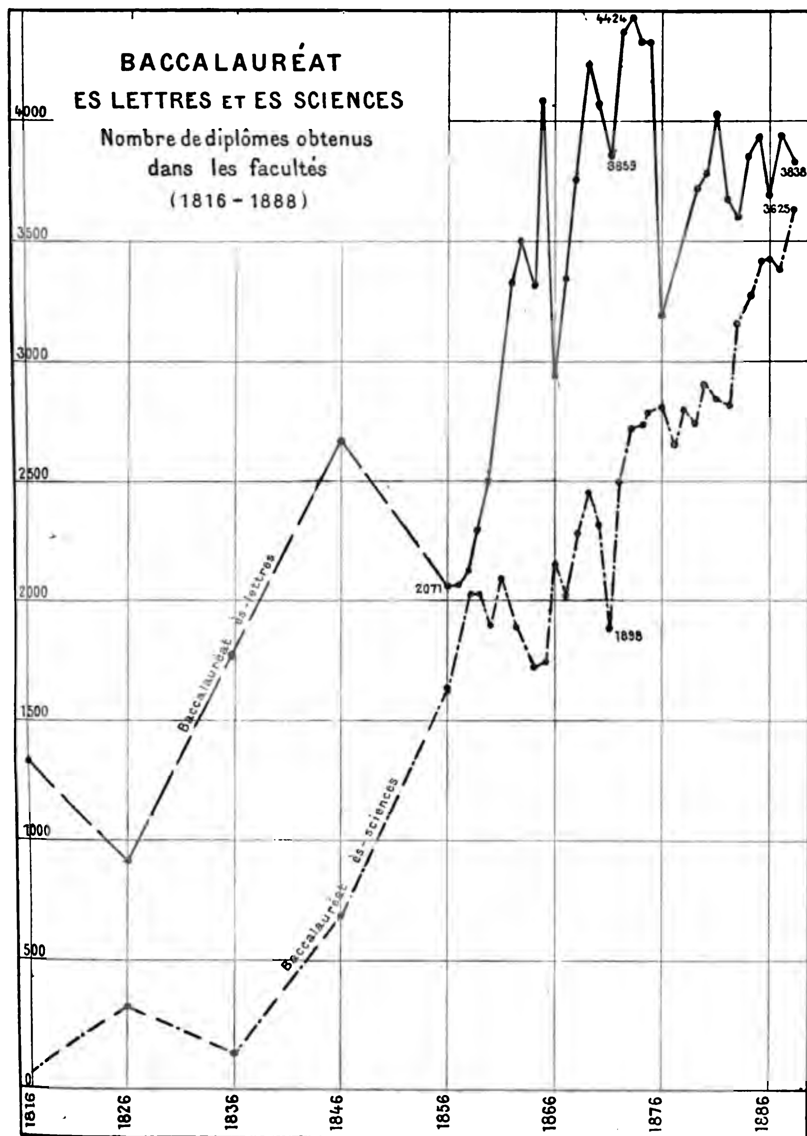
Depuis un siècle l'enseignement secondaire est en progrès par le nombre des élèves; il l'est aussi par les matières enseignées. On peut différer d'opinion sur la valeur des programmes de l'Université. Nous pensons que, tout en conservant un fonds substantiel d'études latines et même grecques et en assouplissant l'intelligence par des exercices gradués, il convient de la meubler, sans surcharge et sans fouillis, de certaines connaissances précises qui sont nécessaires pour comprendre la société contemporaine et pour y frayer son chemin. Nous voudrions que les programmes officiels, sans avoir changé aussi souvent, eussent plus de souplesse, que les proviseurs eussent plus d'indépendance pour les appliquer suivant le besoin de chaque localité; mais il nous paraîtrait injuste de

---

(1) Ces deux courbes sont empruntées au volume de la *Statistique de l'enseignement supérieur*, 1889.

(2) Les graphiques insérés dans la *Statistique de l'enseignement supérieur*, 1889, montrent que, pour le baccalauréat ès lettres, la proportion des admis était de 53 pour 100 des candidats en 1870 et en 1875 et par un abaissement presque continu (jusqu'en 1882 du moins) de 44,5 pour 100 en 1887-88; et pour le baccalauréat ès sciences complet, de 42 pour 100 en 1875 et de 35 en 1887-88.

Fig. 4.



Baccalauréat ès lettres et baccalauréat ès sciences (1816-1888).

ne pas reconnaître que de sérieux efforts ont été faits et que des réformes, quelques-unes même peut-être trop novatrices, ont été accomplies ([1]). Il reste aujourd'hui plus à faire pour donner à une partie de la jeunesse une bonne éducation industrielle, par les écoles primaires supérieures, par l'enseignement secondaire spécial ou par les établissements d'enseignement technique que pour réformer l'enseignement classique.

L'enseignement secondaire des jeunes filles. — Pour l'instruction de leurs filles, les mères n'ont trouvé, pendant les trois premiers quarts du XIXe siècle, que les couvents, un petit nombre de pensionnats laïques et, dans quelques grandes villes, des cours privés ([2]). La loi du 21 décembre 1880 a organisé l'enseignement secondaire public des jeunes filles; 20 lycées et 23 collèges ont été fondés de 1881 à 1887 ([3]); ces 43 établissements et les 69 cours secondaires renfermaient à cette date 10400 élèves. C'est une institution qui, encore à ses débuts, a néanmoins déjà fait des progrès marqués ([4]).

Le nombre des jeunes filles qui reçoivent une instruction secondaire ou primaire supérieure dans des cours libres, dans des établissements laïques et surtout dans des pensionnats

---

([1]) Voir *Éducation et instruction.* Enseignement secondaire, t. I, *la Question des programmes de l'Enseignement secondaire*, par M. GRÉARD.

([2]) Parmi ces cours, il faut citer ceux qui sont nés sous l'inspiration de M. Duruy et dont le plus ancien et le plus important est celui de l'association établie à la Sorbonne.

([3]) Plusieurs autres l'ont été depuis 1887.

([4]) État, en décembre 1887, des établissements publics d'enseignement secondaire pour les jeunes filles (depuis 1887, il y a eu encore une augmentation très notable) :

	NOMBRE des établissements.	NOMBRE DES CLASSES.			NOMBRE des élèves.
		ANNÉES secondaires.	ANNÉES primaires.	TOTAL.	
Lycées	20	116	54	170	3330
Collèges	23	108	65	173	2678
Cours secondaires	69	202	76	278	4395
Totaux	112	426	195	621	10403

dirigés par des congréganistes (rattachés pour la plupart administrativement à l'enseignement primaire) est beaucoup plus considérable; mais il n'existe aucun relevé spécial du nombre de leurs élèves.

L'enseignement supérieur. — Un volume suffirait à peine pour faire connaître les phases par lesquelles l'enseignement supérieur a passé en France au XIXe siècle ; nous n'avons que quelques lignes à consacrer à cette question (1).

Sous le règne de Louis-Philippe, vers 1840, les cinq Facultés donnaient l'instruction à 7000 étudiants environ (2). En 1876, elles en comptaient 9963. Depuis cette époque, grâce au développement qu'a pris la préparation aux grades universitaires par les bourses de licence et d'agrégation (3) et aux carrières plus nombreuses auxquelles conduit l'enseignement supérieur, le nombre s'est élevé rapidement jusqu'à 17630 en 1887 (4). A ce nombre il conviendrait d'ajouter celui des étudiants des Facultés et Universités libres, celui des grands établissements, comme le Collège de France, le Muséum d'Histoire naturelle, l'Observatoire (jusqu'en 1877) et certaines écoles spéciales (Hautes Études, Mines, Ponts et Chaussées, Chartes, Langues orientales, Louvre, etc.) et les auditeurs libres de tous les cours, qui, sans être des étudiants, peuvent profiter des leçons des professeurs.

Sous la troisième République, le Gouvernement s'est appliqué à vivifier et à développer l'enseignement supérieur en augmentant le nombre des chaires, en instituant des conférences, en créant et en dotant des laboratoires, et il s'occupe aujourd'hui de lui donner plus d'indépendance et de force en constituant des groupes universitaires en partie autonomes sous l'autorité de l'État. On peut juger de l'effort par le budget

(1) Voir les trois volumes publiés par le ministère de l'Instruction publique sur la *Statistique de l'Enseignement supérieur*, 1868, 1878 et 1889, et le Mémoire sur l'*Enseignement supérieur. Éducation et instruction.* Enseignement supérieur, par M. GRÉARD.

(2) SCHNITZLER, *Statistique générale de la France*, t. II, p. 319 et 322.

(3) Environ 500 bourses en 1887.

(4) Avant 1876, il n'y avait pour ainsi dire pas d'étudiants réguliers dans les Facultés des lettres et dans celles des sciences.

de l'enseignement supérieur, qui était en 1866 de 3650000fr, en 1877 de 8370000fr, en 1887 de 11482000fr [1].

On peut juger aussi, jusqu'à un certain point, du résultat par le nombre des diplômes conférés aux aspirants. En 1866, le nombre des candidats admis à la licence en droit a été de 1147, au doctorat en droit de 80, au doctorat en médecine de 514, à la licence ès lettres de 94, au doctorat ès lettres de 12, à la licence ès sciences (mathématiques, physiques, sciences naturelles) de 111, au doctorat ès sciences de 9; les admissions aux mêmes grades en 1887-1888 ont été de 2653, 589, 645, 249, 21, 360 et 42. Il n'y a que les officiers de santé dont le nombre ne soit pas en progrès; il a même diminué beaucoup depuis le premier Empire, et ils n'ont été remplacés qu'en partie [2] par des docteurs (voir *fig.* 5).

Les diplômes des Facultés ne donnent qu'une idée incomplète du progrès. Même si l'on faisait entrer en ligne de compte le contingent des élèves sortis des grandes écoles spéciales : École Polytechnique, École Normale supérieure, École Centrale des Arts et Manufactures, École libre des Sciences politiques, etc., on n'aurait pas encore les données suffisantes pour une comparaison numérique du passé et du présent.

La correspondance et la lecture. — Du progrès de l'instruction dans les masses nous pouvons trouver un indice, sinon une mesure, dans la poste. En 1829, celle-ci transportait 57 millions de lettres et 33 millions de journaux,

(1) Ce budget ne comprend que les dépenses des Facultés, des Écoles de médecine et de pharmacie, des bibliothèques universitaires et des services accessoires.

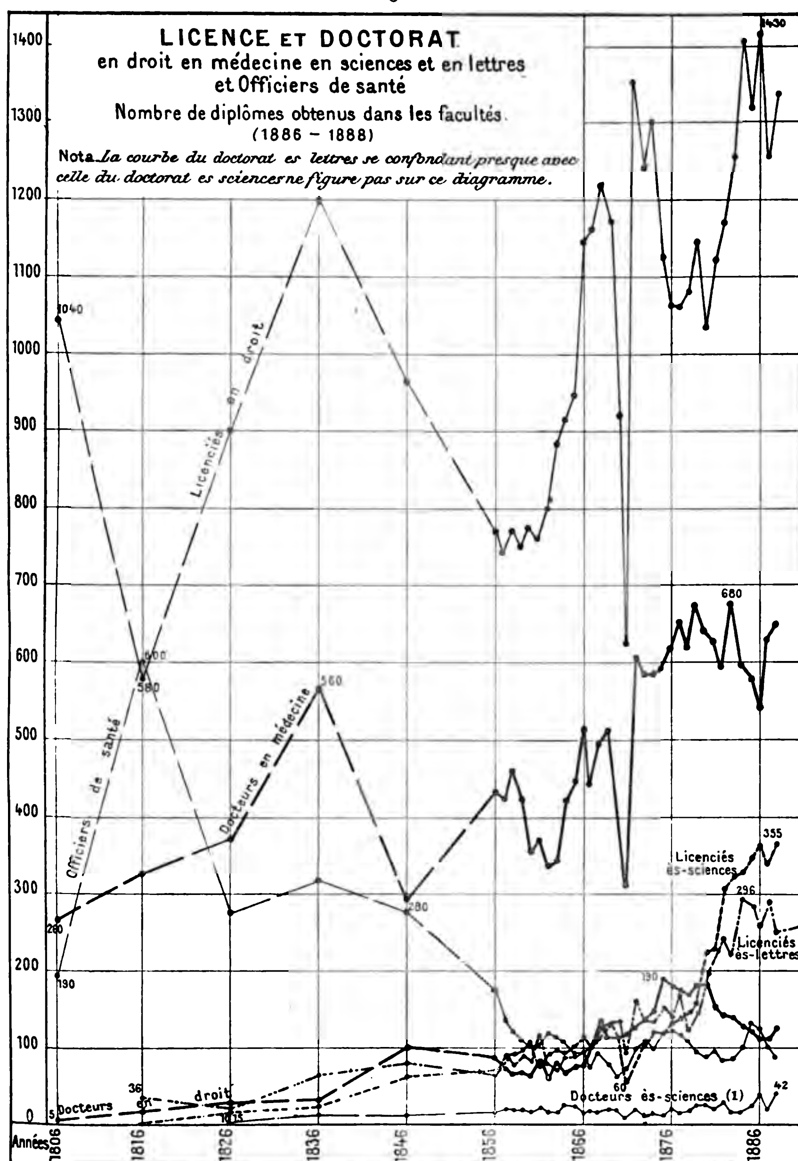
(2) D'une statistique dressée à propos d'un projet de loi sur la réforme du corps médical (Chambre des députés, session de 1889), il résulte que le nombre des docteurs en médecine et celui des officiers de santé était :

	1847.	1866.	1881.
Docteurs en médecine.......	10643	11254	11643
Officiers de santé...........	7456	5568	3203
	18099	16822	14486

Le nombre des médecins a donc diminué.

Le recensement de 1886 donne pour le total des médecins, chirurgiens et officiers de santé, 16005, dont 38 femmes.

Fig. 5.



Licence et doctorat (1806-1888).

imprimés ou autres articles de même catégorie; en 1887, ces nombres s'étaient élevés à 672 et à 850 millions ([1]). Ils ont décuplé, vingtuplé et au delà en un demi-siècle. Si l'abaissement du tarif postal et la construction des chemins de fer ont eu une large part dans cet accroissement, l'instruction assurément y a contribué.

La publication des livres et journaux fournit une autre preuve du progrès de l'instruction et de l'usage qu'on en fait. Sous l'ancien régime, le peuple lisait peu; les journaux, rares alors, ne descendaient presque jamais jusqu'à lui. Même après que l'autorisation d'exprimer librement son opinion sur la tenue des États généraux, donnée par arrêt du 5 juillet 1788, eut fait sortir des presses plus de 3000 brochures en un an, un voyageur anglais ne trouvait pas un seul journal dans les auberges et les cafés de villes telles que Besançon et Clermont-Ferrand et se croyait en droit de dire : « L'ignorance et la stupidité de ces gens-là sont incroyables ». Les temps sont bien changés. Sous la Restauration, M. de Villèle fit savoir, dans une discussion de la Chambre des députés, qu'il y avait, en 1827, 132 journaux, dont 16 journaux politiques; un de ces journaux, *le Constitutionnel,* comptait 16 000 abonnés, *les Débats* 13 000, et, en 1825, le total des abonnés aux journaux politiques était de 66 000. Il s'élevait à 200 000 environ vers la fin du règne de Louis-Philippe; Émile de Girardin avait fait une révolution dans cette industrie en abaissant à 40 francs par an l'abonnement à *la Presse.* Quarante ans plus tard, en 1885, on comptait en France 4359 publications

---

([1]) Cette statistique ne date que de 1829. Voici le mouvement des transports, de dix en dix ans, exprimé par millions d'unités :

	Lettres.	Journaux, imprimés, cartes postales, échantillons, etc.
1830	64	31
1840	94	53
1850	159	94
1860	263	179
1869	365	367
1880	530	700
1887	672	850

périodiques, dont 1540 s'imprimaient à Paris et 2819 dans les départements ([1]).

Les habitants de la province ne peuvent plus être accusés de vivre dans l'ignorance des événements; car, outre leur presse particulière, Paris leur verse chaque jour, grâce aux chemins de fer, la sienne par centaines de mille exemplaires. Les journaux à un sou pullulent; le plus populaire de tous annonce un tirage à un million d'exemplaires ([2]).

Le livre, sans avoir eu la même fortune, s'est multiplié aussi dans une proportion considérable.

Tout ce qui s'imprime n'est pas digne d'éloge. La presse, livre ou journal, propage l'erreur aussi facilement que la vérité et trop souvent la première a plus de prise sur les lecteurs que la seconde. Mais elle est un porte-voix; en répandant les faits et les idées, bonnes ou mauvaises, elle contribue puissamment à former l'esprit public et à établir le contact des intelligences.

A-t-elle fait plus de mal que de bien ? A cette question il y a une réponse sommaire qui est sans réplique : comparez l'état des connaissances humaines et de la civilisation avant l'invention de l'imprimerie et aujourd'hui.

([1]) Sur les 2819 journaux des départements, il y a 1471 journaux politiques. Après Paris qui publiait 1540 journaux, trois départements (Bouches-du-Rhône, Gironde, Nord) et l'Algérie en publiaient plus de 100. Les catégories de publications périodiques de Paris les plus importantes étaient les journaux politiques de grand format (52 journaux) et de petit format (36), les journaux financiers (148) et les revues politiques et littéraires (69).

([2]) Une statistique dressée en 1889 et incomplète classait dans l'ordre suivant les États d'après le nombre de leurs publications périodiques. Nous la reproduisons comme une curiosité plutôt que comme un document précis :

Empire allemand....	5500	dont	800	journaux quotidiens.
Royaume-Uni........	3000	»	809	»
France..............	2819	»	700	»
Italie....	1400	»	170	»
Autriche-Hongrie....	1200	»	150	»
Espagne............	850	»	300 (environ)	»
Russie..............	800			
Suisse..............	450			
États-Unis..........	12500			
Canada..............	700			
Australie............	700			
Asie.................	3000			
Afrique.............	200			

Mais cette réponse est trop générale pour satisfaire ceux qu'inquiètent la liberté du journalisme et la diffusion d'idées fausses ou licencieuses par le roman. Il y a sans doute là un mal grave, parce que l'erreur et la calomnie se produisent d'ordinaire sous un aspect plus attrayant pour la foule que la science ou la morale. Il est dangereux, en France, avec la vivacité du caractère national, la diversité des partis et la mobilité des courants politiques, de laisser contester et attaquer tous les jours le principe même du gouvernement. Il est regrettable, en France comme dans tout pays, qu'un journaliste puisse impunément étaler la vie privée en pâture à la curiosité publique.

Ces deux réserves admises, où marquer la limite entre l'erreur et la vérité? Quel danger n'y a-t-il pas à donner à l'autorité le droit de la fixer de son plein gré? Mieux vaut supporter le mal comme la rançon du bien. L'abus est inséparable de l'usage; la liberté de la presse vaut assez par elle-même pour qu'on en tolère les inconvénients.

Le progrès de l'instruction est-il profitable? — La question peut étonner. Il faut pourtant y répondre, puisqu'on s'est demandé si le peuple est plus heureux depuis qu'il sait lire, si les journaux n'ont pas fait entrer dans des cerveaux peu cultivés plus de préjugés contre l'ordre social que de notions saines, si l'instruction n'a pas poussé une foule de gens hors de leur condition et produit de mauvais effets par le déclassement et par les déceptions qui en sont souvent la suite.

Des moralistes, comparant les comptes rendus de la justice criminelle et ceux de l'instruction, demandent si la diffusion de celle-ci a diminué le contingent de celle-là.

Ainsi posée, la question ne peut conduire qu'à des réponses vagues ou à des sophismes. L'instruction instruit : voilà son but. Quand elle l'atteint, elle rend un service.

Que l'homme instruit, surtout si on lui a enseigné ses devoirs, ait plus de chance d'avoir de la dignité personnelle et du respect pour les choses respectables, nous le croyons. Qu'il ait plus de capacité intellectuelle, nous n'en doutons pas, et si l'instruction qu'il a reçue est adaptée à ses facultés et à sa

condition, nous sommes convaincu qu'il sera dans une situation meilleure pour frayer son chemin dans la vie que s'il était resté ignorant.

Répondons donc, pour commencer par le sommet, que l'instruction supérieure est plus solide et plus précise, plus variée et plus pratique qu'elle n'était avant 1789 et dans la première moitié du XIXe siècle, et qu'elle prépare un nombre beaucoup plus grand de jeunes gens pour l'administration et pour les carrières libérales et industrielles. S'il n'en était pas ainsi, la génération présente ne pourrait pas satisfaire aux exigences de son temps, où la plupart des sciences de la nature ont pris un développement prodigieux et où leur connaissance est aussi nécessaire pour la production de la richesse que pour les spéculations de la pensée. Nous avons un besoin d'ingénieurs, de chimistes, de directeurs instruits que le XVIIIe siècle ne pouvait pas même soupçonner. Nos maîtres les forment dans les grandes écoles et dans les cours publics ou privés. S'il n'est pas possible d'éviter les non-valeurs et, par suite, certains mécontentements dans la masse des recrues qui passent par cet enseignement, l'élite des intelligences qu'il cultive est assurément utile à la société et y trouve l'emploi de ses facultés. L'obstacle apporté à leur préparation est un des griefs les plus sérieux qu'on puisse faire à la loi militaire du 15 juillet 1889.

L'instruction secondaire, quoiqu'elle soit peut-être celui des trois degrés de l'enseignement qui s'est le moins modifié, est plus variée aujourd'hui qu'autrefois et elle n'est pas moins nécessaire. Si elle pousse trop de prétendants vers les fonctions administratives et vers la carrière des lettres, le remède à ce mal consisterait non à amoindrir ce degré de l'enseignement, mais à en adapter mieux une partie aux carrières agricoles, industrielles et commerciales.

On critique l'enseignement secondaire donné aux jeunes filles. Il leur est pourtant presque aussi utile qu'aux jeunes gens. Si elles se foulent aujourd'hui sur la route encombrée de l'enseignement, c'est que la société leur a fait jusqu'ici trop peu de place dans d'autres carrières; une instruction solide et convenablement appropriée à leur sexe pourrait leur en ouvrir

plus largement les voies. Celles même qui n'ont pas besoin de chercher des moyens d'existence, doivent trouver dans un bon enseignement secondaire une culture intellectuelle qui leur permette de tenir honorablement leur rang dans le ménage auprès de leur mari et dans la société et d'y exercer, avec profit pour tous, leur légitime influence.

L'instruction primaire peut faire naître parfois des ambitions sans mérite. Il ne faut cependant pas méconnaître, même à ce point de vue, qu'elle sert parfois à révéler des intelligences qui montent ensuite jusque dans les sommets de la science et de la hiérarchie sociale.

Le plus grand service qu'elle rend n'est cependant pas là. Il consiste à donner à toutes les intelligences une culture qui les mette en état de se tenir en communication de pensée avec la société dont ils sont membres, au lieu de demeurer, comme autrefois, dans le cercle étroit et muré de préjugés où vivent enfermés les ignorants, réduits à converser avec des voisins aussi ignorants qu'eux. On prétend qu'en sortant de ce cercle beaucoup aspirent à sortir de leur sphère sociale et dédaignent d'être laboureurs ou ouvriers. Ce sont moins les écoles que les chemins de fer et d'autres changements survenus dans notre état économique qui ont dépeuplé certaines campagnes ou discrédité l'apprentissage. On n'a pas vu dans le Wurtemberg les cultivateurs manquer de bras parce que tous les paysans ont appris à lire; il n'y a pas de raison pour que les champs soient désertés en France quand il n'y aura plus d'illettrés; mais assurément les ouvriers agricoles sauront mieux discuter leur salaire. Quand l'instruction primaire est le privilège de quelques-uns, elle peut devenir une cause de vanité et un motif à de sottes prétentions; quand elle est universelle, elle ne paraît plus qu'une des conditions ordinaires de l'existence. Si elle ne donne pas nécessairement le bon sens, elle donne du moins plus d'étendue au jugement et plus de jouissances à qui la possède. Elle s'impose à la démocratie moderne dans tous les pays; elle est une nécessité impérieuse dans une république fondée sur le suffrage universel.

L'éducation. — L'instruction développe l'intelligence; l'édu-

cation forme la moralité, laquelle, dans son sens le plus général, comprend non seulement l'abstention du mal, mais la pratique du devoir, l'activité laborieuse, la fidélité aux engagements, et, en outre, l'esprit de charité et de solidarité sympathique. L'une et l'autre sont nécessaires pour le complet développement de l'homme et pour le progrès de l'ordre social. Mais l'éducation est une œuvre plus complexe que l'instruction. Elle se fait un peu par l'école, beaucoup par la famille et par le contact des hommes les uns avec les autres.

Nous avons dit, au commencement de ce chapitre, que nous renoncions, faute de mesure, à comparer le degré de moralité des Français du temps présent et de ceux du passé. Il est cependant possible de parler de l'éducation et de quelques-uns de ses résultats.

Nos mœurs sont plus douces et sont peut-être, à certains égards, meilleures que celle de nos pères, peut-être pires sous d'autres rapports ; en tout cas, elles ont changé.

Si le progrès de l'instruction est incontestable, celui de l'indépendance des esprits, qui peut être considérée comme une des manières d'être de la dignité personnelle, nous paraît l'être aussi. Il est une conséquence de l'instruction répandue dans les masses, de l'égalité civile instituée par la Révolution de 1789 et plus encore peut-être de l'égalité politique due au suffrage universel. Autrefois, les petits montraient vis-à-vis des grands un respect et une timidité qui résultaient de la hiérarchie et qui la rendaient apparente dans toutes les relations sociales. Aujourd'hui, les rôles sont modifiés, ils sont même quelquefois presque intervertis ; car la foule sait la puissance du nombre. Ceux qui veulent parvenir dans la politique doivent lui faire la cour ; non seulement ils servent ses intérêts, mais ils sont enclins à flatter ses passions. Il en est même qui les excitent en se faisant les avocats de revendications utopiques et qui induisent ainsi cette foule à croire qu'ayant de son côté de tels champions, elle a pour elle la raison et la justice.

Il est rare que les revirements de l'esprit public s'arrêtent précisément à la limite du bon sens. L'émancipation, qui était bonne en principe, dégénère trop souvent en mépris de l'autorité, qu'elle soit celle du fonctionnaire dans l'exercice de ses

fonctions ou celle du patron dans son atelier; elle a développé une sourde envie contre les supériorités.

Ce changement de mœurs s'est fait sentir jusque dans la famille. Les enfants sont plus indépendants : ce qui n'est pas un mal; mais ils sont en même temps moins respectueux : ce qui n'est pas un bien. Qu'on blâme ou qu'on loue, ce n'est pas dans la politique, c'est dans la famille qu'on doit chercher la cause de cette évolution morale.

La pratique d'un culte n'est pas une garantie certaine de moralité : car la statistique montre que le nombre des criminels dans un pays n'est pas en proportion inverse du nombre des fidèles fréquentant l'église ou le temple. La religion n'a guère plus d'action sur les mauvaises passions et sur les intérêts égoïstes que sur les crimes, parce qu'il se rencontre toujours plus de gens ayant la bonne volonté de suivre les exercices religieux que de gens ayant la force de conformer leur vie au type moral de leur foi. Cependant il n'est pas douteux que la religion ne soit pour le croyant un frein contre les tentations du mal et une consolation dans les douleurs de la vie. Or, ne France, la religion catholique traverse une crise; une partie de la population, dans les rangs moyens et supérieurs, s'en rapproche et se serre plus ostensiblement autour de l'autel, soit pour obéir à sa foi, soit pour donner l'exemple à la foule; une autre partie, surtout dans les rangs inférieurs, s'en détache par indifférence ou par passion.

Existe-t-il une autre autorité capable de tracer à cette foule la direction morale qui est nécessaire à l'ordre social et à l'unité nationale? L'instituteur peut-il remplacer le prêtre pour cet office? Il peut quelque chose, sans doute; mais il ne peut pas assez. L'avenir amènera peut-être les Français à conclure que les efforts de l'un et de l'autre, travaillant de concert, sans être sous la dépendance l'un de l'autre, et soutenus par les conseils et l'exemple de la famille, sont nécessaires pour atteindre le but.

L'influence littéraire de la France. — Grâce à la culture des lettres, des arts et des sciences, la France conservera dans le monde, quoi qu'il arrive, une grande autorité morale. Aucune autre nation ne peut présenter aujourd'hui une légion

d'artistes aussi nombreuse et aussi brillante qu'elle. Sa langue, que la grandeur politique et littéraire du siècle de Louis XIV a en quelque sorte imposée à l'Europe, qui a régné par l'esprit au XVIIIe siècle et à laquelle ses qualités particulières de clarté ont contribué, avec le talent de ses écrivains, à conserver au XIXe le rôle de langue internationale, est comprise par la société polie dans presque tous les pays civilisés. Ses livres sont très répandus; ils sont lus en Europe et en Amérique, particulièrement par les peuples de langue latine.

Toutefois il ne faut pas se dissimuler que les meilleurs ouvrages ne sont pas ceux qui ont le plus de vogue. A l'étranger, comme en France, la demande se porte tout d'abord sur les romans, quelquefois sur les pamphlets. Or, le roman, qui suit des voies très diverses, affectionne trop celles où l'auteur, sous prétexte de réalisme, et comme si le beau n'était pas aussi réel et plus agréable que le laid, peut étaler les misères et les hontes de la société française en prenant certains phénomènes particuliers pour des types généraux. Les tableaux qu'il se plaît à présenter aux lecteurs font illusion parce qu'ils contiennent une part de vérité; mais l'opinion générale qu'ils donnent de cette société aux étrangers est défavorable et imméritée. Les Français subissent la même illusion, et le roman, qui est innocent quand il se contente d'amuser, devient parfois démoralisateur quand il prétend dogmatiser.

Quelques journaux contribuent, dans un autre genre, à donner à la France un fâcheux renom.

Émile de Girardin affirmait que les journaux n'exercent aucune influence sur l'opinion. C'était une erreur ou plutôt un paradoxe de journaliste qui avait pleine conscience de sa propre influence. La majorité des femmes et des jeunes gens, autres que les étudiants, ne lisent guère que des romans et des journaux; les hommes qui sont dans les affaires se contentent même ordinairement du journal : paresse d'esprit regrettable. On pourrait citer un ou deux pays où elle est moins générale qu'en France; elle est néanmoins très fréquente partout. La plupart des lecteurs recherchent le journal de leur opinion. Mais une fois qu'ils l'ont adopté, ils pensent par lui et comme lui; ils croient à tous ses récits, ils épousent ses passions et

ses rancunes et ils les propagent par la conversation. Les journalistes s'étonnent parfois que tel événement ne se soit pas produit dans la direction qu'essayaient d'imprimer les feuilles les plus autorisées ; c'est qu'en effet ils ne sont pas souverains et qu'il y a des passions et des intérêts, autres que ceux qu'ils patronnent, qui contribuent à former les courants d'idées. Mais souvent ils avaient inconsciemment travaillé eux-mêmes à préparer les courants ; souvent aussi, quand la poussée est violente, ils sont entraînés à leur tour dans le mouvement.

Nombre de journaux excitent les passions, entretiennent les haines, préparent l'utopie, déconsidèrent le pouvoir ; ils usent mal de l'autorité dont ils jouissent et ils corrompent l'opinion publique en France. Ces journaux font beaucoup de mal. A l'étranger, on les prend volontiers pour l'expression du sentiment français, et il y a, dans certains pays, des gens qui ont intérêt à le faire croire.

La science française — et sous ce nom nous comprenons aussi bien les sciences morales et les travaux d'érudition que les sciences mathématiques et physiques — n'est pas exposée au même danger que les œuvres d'imagination ou de polémique. Mais, de quelque autorité qu'elle jouisse, elle a de puissants émules ; elle le sait, elle leur rend même pleine justice tout en s'efforçant de ne pas se laisser dépasser dans cette ardente et sagace recherche des secrets de la nature et de la vie sociale, qui est un des caractères du XIXe siècle.

Les Anglais ont le privilège d'écrire dans une langue parlée par plus de cent millions d'hommes. Les Allemands ont, par l'organisation de leurs Universités et par leurs habitudes de travail patient, l'avantage de posséder un enseignement correspondant à peu près à toutes les branches des sciences physiques et morales, et, dans beaucoup de pays, leur système universitaire est imité et leurs livres sont consultés.

La littérature et la science françaises doivent faire d'incessants efforts pour conserver leur place dans le domaine de la pensée, où la mode règne un peu comme partout, mais où, en définitive, le mérite finit toujours par être apprécié à sa valeur.

LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE M. PELIGOT.

LEÇON D'OUVERTURE,

PROFESSÉE AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS, LE 7 MARS 1890,

Par M. E. JUNGFLEISCH.

MESSIEURS,

En prenant la parole devant vous, je dois tout d'abord, et c'est là un devoir fort agréable à remplir, remercier les professeurs et les membres du Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers de m'avoir désigné pour occuper cette chaire. Je suis singulièrement touché de savoir que l'assentiment d'aucun de ceux dont je vais avoir l'honneur de partager les travaux ne m'a fait défaut en cette circonstance. Je leur en exprime ma bien sincère reconnaissance. En particulier, je ne saurais oublier de rappeler ce que je dois aux membres du Conseil dont la responsabilité s'est trouvée plus spécialement mise en jeu par l'élection d'un professeur de Chimie. Je tiens donc à témoigner ma bien respectueuse gratitude à M. le directeur Laussedat, qui, autrefois mon chef dans le corps enseignant de l'École Polytechnique, a bien voulu me garder sa constante bienveillance, ainsi qu'aux savants éminents qui professent ici les Sciences chimiques, M. Schlœsing, M. de Luynes et enfin M. Aimé Girard, dont j'ai eu l'honneur d'être le suppléant. Je dois remercier encore les

membres de l'Académie des Sciences d'avoir, dans des conditions dont je suis extrêmement honoré, approuvé par leurs votes la désignation du Conseil du Conservatoire. Permettez-moi enfin d'exprimer mon profond respect et ma vive reconnaissance à M. le Président de la République, qui a bien voulu, sur la proposition de M. le Président du Conseil des Ministres, sanctionner cette double élection.

Si j'ai tenu à ce que mes premières paroles soient l'expression de ma gratitude, c'est que j'apprécie très haut l'honneur qui m'est fait de prendre place à côté de professeurs dont les leçons maintiennent si élevé le niveau de l'enseignement donné au Conservatoire des Arts et Métiers, à côté de savants qui font estimer chaque jour davantage les services incontestés rendus par ce grand établissement. L'industrie ne pouvant aujourd'hui se dispenser d'utiliser sans retard les dernières découvertes de la Science, l'un des plus importants parmi ces services est précisément d'exposer ces découvertes, de les dégager du langage, un peu spécial d'ordinaire, qu'adoptent leurs auteurs, et de les traduire sous une forme plus accessible aux industriels qui les mettront en valeur. Cette traduction souvent indispensable, faite dans le but d'une pratique immédiate, d'un contrôle expérimental rendu sévère par l'intérêt bien entendu de ceux qui l'exercent, ne souffre dès lors aucun à peu près. Les aperçus vagues de la vulgarisation ne seraient ici nullement acceptables. Ce sont des faits exposés simplement, mais des faits rigoureusement exacts et absolument précis, qu'on a su vous habituer à trouver dans les cours du Conservatoire.

Telle est la difficulté, mais tel est aussi le mérite, de la tâche accomplie par ceux qui professent devant vous. Je m'efforcerai de suivre leur exemple et j'y consacrerai tout le zèle, toute l'activité dont je suis capable. J'ose espérer que votre bienveillance ne me fera pas défaut.

Si l'entreprise me semble ardue quand je considère le talent de ceux que je dois me proposer pour modèles, elle ne m'effraye pas moins quand je pense à celui dont je viens occuper la chaire. L'illustration que M. Peligot a fixée sur son nom par cinquante-sept années de travaux scientifiques, le rang élevé

auquel tous les chimistes le placent parmi ceux qu'ils regardent comme les maîtres de leur science, ne suffiraient-ils pas pour imposer à celui qui lui succède?

Depuis 1840, les découvertes de M. Peligot se sont développées ici même. Elles appartiennent donc pour une part au Conservatoire des Arts et Métiers. C'est pourquoi il me paraît utile de vous les résumer rapidement. En rappelant ainsi par un exemple les services que rend cette institution, en dehors de l'enseignement, en montrant particulièrement le rôle qu'elle joue dans le développement de la Science elle-même, je pourrai du même coup exprimer mon admiration pour les travaux du savant éminent qui a professé ici pendant près d'un demi-siècle.

Aussi bien les recherches de M. Peligot s'étant adressées successivement à toutes les parties de la Chimie, le compte rendu que je vais en faire peut constituer, à bien prendre, une introduction au cours de Chimie générale dont je suis chargé. Il ne me sera pas possible d'être complet, étant donné le temps très court dont je dispose aujourd'hui; je devrai me bormer aux travaux ayant exercé l'influence la plus marquée sur le développement de la Science ou de l'Industrie.

Le premier travail de M. Peligot a été publié le 4 mars 1833, sous le titre *Mémoire sur les combinaisons de l'acide chromique avec les chlorures métalliques*. Il a fait connaître une série de combinaisons nouvelles, fort intéressantes, dont le type est le bichromate de chlorure de potassium. Ce composé curieux, résultant de l'union d'un sel saturé tel que le chlorure de potassium avec l'acide chromique, s'obtient aisément en traitant le bichromate de potasse par l'acide chlorhydrique en excès. L'eau pure le détruit; employée en petite quantité, elle enlève l'acide chromique et laisse un résidu blanc de chlorure de potassium; en plus grande abondance, elle dissout le tout et la liqueur évaporée régénère le bichromate de potasse. Additionnée d'acide chlorhydrique, l'eau n'altère plus la combinaison. En un mot, la présence ou l'absence de l'acide chlorhydrique détermine la formation ou la destruction du bichromate de chlorure de potassium. C'était un exemple bien observé, et ils étaient rares à cette époque, de ces réactions qui changent

de sens avec les proportions des réactifs mis en présence, réactions dont l'étude a été beaucoup développée dans ces dernières années.

Le chrome, objet de cet heureux début, a fourni plus tard à M. Peligot la matière d'autres travaux plus importants.

En premier lieu, il faut signaler la découverte d'une nouvelle classe de sels de chrome, les sels de protoxyde. Le premier de ces sels, le protochlorure de chrome, résulte de la réduction du sesquichlorure de chrome Cr^2Cl^3 par l'hydrogène, à la température du rouge; le tiers du chlore se dégage sous forme d'acide chlorhydrique. Tandis que le sesquichlorure est violet et insoluble dans l'eau, le protochlorure est incolore, très soluble dans l'eau avec laquelle il forme une liqueur bleue, fort oxydable à l'air; cette oxydation engendre un oxychlorure de chrome Cr^2Cl^2O et la liqueur devient verte.

Ce protochlorure de chrome possède des propriétés remarquables. Sa dissolution est un réducteur des plus énergiques: ajoutée à un sel d'étain, elle précipite l'étain; elle réduit l'or des sels d'or. Elle n'est pas moins active sur les matières organiques: c'est ainsi qu'elle dissout l'alizarine en formant une liqueur incolore, qui régénère l'alizarine par oxydation; elle transforme de même l'indigo bleu en indigo blanc, que l'oxygène de l'air peut changer de nouveau en indigo bleu. Ces propriétés établissent l'intérêt qui s'attache à la découverte des sels de protoxyde de chrome; elles ont donné lieu récemment à diverses applications en teinture. D'ailleurs, le protoxyde de chrome correspondant à ce protochlorure est tellement réducteur qu'on ne peut l'isoler : dès qu'on le met en liberté, en traitant la solution de protochlorure par la potasse, il décompose l'eau, même à froid; il se change ainsi en un composé brun, l'oxyde salin hydraté, tandis que de l'hydrogène se dégage.

Parmi les propriétés du protochlorure, l'une de celles qui ont le plus frappé lors de la publication de M. Peligot, est l'action exercée sur le sesquichlorure de chrome anhydre. Ce dernier sel, insoluble dans l'eau, devient soluble en présence du protochlorure et forme une dissolution verte, contenant son hydrate; une trace de protochlorure, un quarante-mil-

lième, suffit pour provoquer la dissolution. La même propriété a été reconnue depuis chez différents sels.

Le sesquichlorure de chrome a été lui-même, de la part de M. Peligot, l'objet de plusieurs observations méritant d'être rappelées. Ce corps, à l'état hydraté, prend deux formes différentes : il est vert ou violet. Or, tandis que les chlorures métalliques, au contact de l'azotate d'argent, cèdent tout leur chlore pour former du chlorure d'argent, le sesquichlorure de chrome vert n'en cède que les deux tiers; il se conduit comme le chlorhydrate d'un oxychlorure, dans lequel oxychlorure le chlore serait plus ou moins dissimulé, comme il l'est dans une combinaison organique chlorée, dans un éther chlorhydrique par exemple.

Au cours de ce travail, M. Peligot a préparé l'acétate de protoxyde de chrome, sel formant des jolis cristaux rouges, brillants, fort altérables à l'air, surtout en présence de l'eau. Or l'analyse de cet acétate, exécutée un grand nombre de fois, avec des soins minutieux, et aussi avec l'habileté dont M. Peligot devait donner plus tard tant de preuves, a permis de reconnaître une erreur considérable dans le poids équivalent du chrome adopté jusqu'alors, d'après les travaux de l'illustre Berzelius. Par une méthode dont le jeune chimiste français parvint à dénoncer les défauts, Berzelius avait établi pour ce poids rapporté à l'oxygène le nombre 351,8; M. Peligot montra que le chiffre vrai est beaucoup plus faible et égal à 328 seulement. Ses données ont été confirmées depuis par de nombreux expérimentateurs.

Il est un autre métal dont l'étude a été plus fructueuse encore pour M. Peligot. C'est l'uranium.

Il y a cent ans, en 1789, Klaproth a reconnu que la pechblende, minéral regardé jusqu'alors comme zincifère et présentant quelque peu l'apparence de la poix, est essentiellement formé par l'oxyde d'un corps nouveau. On retrouva ensuite ce même corps nouveau dans plusieurs autres minéraux et on le considéra comme un métal auquel on donna le nom d'*urane*. En 1842, M. Peligot, dans un travail dont vous allez juger l'importance, montra que Klaproth, Arfvedson, Berzelius et tous ceux qui avaient étudié l'urane, s'étaient complètement

mépris sur la nature de ce corps. Tandis que Berzelius obtenait l'urane par la simple calcination de son oxalate et déclarait que ce métal est l'un des plus faciles à isoler, M. Peligot prouvait que le soi-disant métal, l'urane, est en réalité un protoxyde métallique. En décomposant cet oxyde, il parvenait à isoler le véritable métal qu'il nommait *uranium*. Ce dernier est malléable, un peu moins dur que l'acier, d'une couleur intermédiaire entre le fer et le nickel; sa densité 18,4 fait de lui le métal le plus dense après l'or et les métaux du platine. Cette découverte bouleversait toute l'histoire des composés de l'urane. Elle conduisait à reconnaître que l'uranium forme deux classes de sels : 1° les sels uraneux, dérivés d'un protoxyde, l'ancien urane métallique, et caractérisés par leur coloration verte; 2° les sels uraniques, dérivés d'un peroxyde ou sesquioxyde, l'ancien oxyde d'urane, et caractérisés par leur coloration jaune. Chose remarquable, ces derniers sels n'obéissent pas aux lois générales de la composition des sels de sesquioxyde, ils sont saturés alors qu'ils ne contiennent qu'un seul équivalent d'acide, le sesquioxyde d'urane s'y conduisant comme une base monoacide; en outre, ce même sesquioxyde d'urane s'unit aux bases pour former des sels, les uranates. Ces anomalies ont conduit M. Peligot à envisager les sels uraniques comme des combinaisons d'un ordre spécial, formées par l'oxyde $(U^2O^2)O$ d'un radical particulier, l'*uranyle* (U^2O^2). La théorie adoptée par lui, après avoir donné lieu dans l'origine à d'ardentes controverses, est généralement usitée aujourd'hui.

Je ne puis faire ici une revue détaillée des nombreux composés de l'uranium dont nous devons à M. Peligot la connaissance exacte. J'ajouterai cependant, pour donner une idée de l'intérêt pratique qui s'y attache, que plusieurs de ces composés ont été l'objet d'applications intéressantes.

L'une est la production d'une façon plus régulière, et aussi plus parfaite quant à la beauté du produit, du verre à l'urane que l'on obtenait alors à Baccarat d'une manière un peu primitive, en introduisant dans la masse vitreuse en fusion un minerai d'urane, l'uranite d'Autun. Ce verre d'urane présente, avec une coloration verte spéciale, des phénomènes de di-

chroïsme et de fluorescence qui l'ont fait rechercher; il est utilisé pour la construction de certains tubes de Geissler dans lequels il produit des effets lumineux très brillants.

L'autre application est la fabrication d'une belle matière jaune, le jaune d'urane du commerce ou uranate d'ammoniaque, que l'on prépare au moyen de carbonate double d'uranyle et d'ammoniaque qu'a fait connaître M. Peligot. Lorsqu'on maintient en ébullition la dissolution de ce beau sel jaune, elle perd du carbonate d'ammoniaque et laisse déposer l'uranate d'ammoniaque. Un autre jaune d'urane, connu sous le nom de *jaune citron*, est constitué par l'uranate de soude; calciné, il devient le *jaune orange* du commerce.

Le chiffre trouvé par M. Peligot pour le poids équivalent de l'uranium, en analysant le chlorure uraneux et l'acétate uranique, ne s'accorde pas avec celui admis par Berzelius; la différence atteint 6 pour 100. Or, tous les chimistes reconnaissaient alors la juste autorité du célèbre savant suédois, dont la censure, souvent sévère, s'exerçait périodiquement dans un *Rapport annuel sur les progrès de la Chimie*. Berzelius tenait trop à ses opinions pour ne pas les défendre avec son ardeur accoutumée contre un jeune homme, presque un débutant, avec lequel il s'était déjà trouvé en conflit à propos de l'équivalent du chrome; les faits aussi bien que leurs interprétations, le poids équivalent de l'uranium comme la théorie de l'uranyle, lui paraissaient également inadmissibles; aussi le *Rapport annuel* de 1842 contient-il une critique des plus vives du travail de M. Peligot. Les travaux effectués plus tard sur le même sujet n'en ont pas moins donné raison à ce dernier contre son illustre contradicteur.

En somme, ce travail sur l'uranium a une importance capitale. Il est devenu classique. Isolé, il suffirait à mettre son auteur hors de pair.

Les anomalies présentées par le sesquioxyde d'uranium, anomalies qui avaient été l'origine de la théorie de l'uranyle, se reproduisent dans une certaine mesure pour le sesquioxyde d'antimoine; l'étude des sels d'antimoine s'est ainsi imposée à M. Peligot. Il a vu que l'analogie entre les deux métaux est étroite et que l'hypothèse d'un radical *antimonyle*

(Sb^2O^2) se conduisant comme un métal, est avantageuse quand il s'agit de rendre compte des combinaisons du sesquioxyde d'antimoine avec les acides; elle permet d'expliquer comment le protoxyde d'antimonyle (Sb^2O^2)O, ou sesquioxyde d'antimoine, se comporte comme une base monoacide.

C'est au cours de ce travail qu'a été fixée la composition de l'oxalate de potasse et d'antimoine. Ce sel, dont quelques industriels étrangers ont fait récemment usage pour falsifier l'émétique, tend aujourd'hui à se substituer à ce dernier pour le mordançage des tissus; il est d'un prix moins élevé à teneur égale en antimoine.

Presque à ses débuts, M. Peligot avait fait sur les sels d'un quatrième métal, le fer, des observations fort originales. Les solutions des sels ferreux absorbent le bioxyde d'azote en prenant une coloration brune. Priestley avait cru que ce changement de couleur correspond à un passage du sel ferreux à l'état de sel ferrique. Les observations dont il s'agit ont montré qu'il n'en est rien : la solution ferreuse est régénérée par une simple ébullition qui chasse le bioxyde d'azote. Elles ont établi aussi qu'il se produit, entre le sel et le gaz mis en contact, une combinaison à molécules égales.

Une autre rectification doit encore être signalée. Elle porte sur la composition des sels résultant de l'action du plomb sur l'azotate de plomb, sels déjà étudiés par Chevreul. Elle démontre que deux de ces combinaisons contiennent, non pas de l'acide azoteux, ainsi qu'on l'avait admis jusqu'alors, mais de l'acide hypoazotique : ce sont des *hypoazotates* ou, comme on a dit depuis, des *nitrosonitrates*.

Enfin, l'étude de l'action de l'air sur le cuivre en présence de l'ammoniaque a permis à M. Peligot de reconnaître que la liqueur résultant de cette action renferme de l'acide azoteux, lequel provient de l'oxydation de l'ammoniaque. Cette solution présente un intérêt particulier : elle possède à un degré très élevé la propriété de dissoudre la cellulose, propriété indiquée antérieurement par Schweitzer comme appartenant exclusivement à l'hyposulfate ou au sulfate de cuivre dissous dans un excès d'ammoniaque. Il a été établi en même temps que l'oxyde de cuivre ammoniacal est l'agent de la dissolution

de la cellulose et que la présence des sels étrangers diminue singulièrement son activité spéciale. La liqueur en question est ainsi devenue un réactif précieux, mais ce n'est pas sans froisser quelque peu l'équité qu'on lui donne, dans les laboratoires, le nom de *liqueur de Schweitzer*.

Il résulte en outre du même travail que l'hydrate de cuivre bleu turquoise, qui se précipite quand on ajoute beaucoup d'eau au même réactif, donne, lorsqu'on le redissout dans l'ammoniaque, le meilleur des dissolvants de la cellulose. Cet oxyde précipité constitue d'ailleurs une belle couleur bleue, une *cendre bleue*, employée aujourd'hui; M. Peligot a indiqué pour elle divers procédés de préparation.

Bien qu'il me faille renoncer à vous énumérer la totalité des travaux de M. Peligot sur les composés métalliques, il est cependant deux groupes de recherches relatives à la Chimie appliquée, sur lesquels il est indispensable de m'arrêter un instant.

Le premier a la verrerie pour objet. Vers le milieu de ce siècle, la supériorité des verres de Bohême était incontestée. Certaines variétés, en particulier, étaient fort recherchées et défiaient toute imitation. M. Peligot s'attacha à déterminer leur composition. Il montra ainsi, par exemple, que certain *verre agate*, alors très estimé, n'est autre chose qu'un silicate potassique rendu très riche en silice et par suite très peu fusible et inattaquable par l'eau. C'est ainsi encore qu'il fit connaître la composition du verre usité en Bohême pour la fabrication des verres de miroirs par soufflage. La verrerie antique lui fournit de même toute une série de données capables d'éclairer fructueusement les verriers d'aujourd'hui; il signala le premier l'absence de chaux dans les verres anciens, absence de chaux qui explique leur facile altérabilité.

Au même point de vue, l'étude des accidents qui se présentent dans la fabrication du verre n'a pas été moins utile que celle des verres normaux. Beaucoup de verres, lorsqu'on les maintient longtemps à une haute température, deviennent opaques, autrement dit *se dévitrifient*. Se fondant sur les analyses qu'il avait faites de diverses matières cristallines, dévitrifiées, recueillies dans les verreries lors de certaines

irrégularités survenues pendant la fabrication, M. Peligot donna l'explication de ces accidents et suggéra les moyens de les éviter. Pour lui, les phénomènes de dévitrification sont dus le plus souvent à la formation, aux dépens des composants du verre, de certains composés définis, d'ordinaire peu riches en alcalis, qui cristallisent dans la masse; de plus, et en pratique le point était fort important à connaître, la présence de la magnésie en quantité notable rendant le verre aisément dévitrifiable, les verriers doivent éviter l'emploi des calcaires magnésiens.

M. Peligot a résumé, dans un beau volume intitulé *le Verre*, les connaissances techniques qu'il a acquises par une étude prolongée de l'art du verrier. Le succès de cette publication a montré combien est favorable le jugement porté par les praticiens sur cette partie des travaux de l'éminent chimiste.

Le second groupe de recherches de Chimie appliquée que je veux vous signaler tout spécialement a eu pour objet les alliages métalliques. Successivement essayeur des monnaies et chef du laboratoire des essais de la Monnaie, M. Peligot a dû s'attacher particulièrement à l'étude des alliages monétaires. Ayant examiné avec soin les propriétés des alliages de zinc et d'argent ou de zinc et d'or, chargés ou non de cuivre, il s'est déclaré favorable à l'introduction du zinc dans les alliages monétaires. A l'époque où le titre de la monnaie divisionnaire d'argent a été abaissé de $\frac{900}{1000}$ d'argent pur à $\frac{835}{1000}$, il émit l'opinion que le remplacement d'une partie du cuivre par le zinc dans la composition de ces monnaies présenterait certains avantages, notamment au point de vue de la blancheur des pièces, de la facilité de leur fabrication, de leur résistance au frottement, et, en même temps, au point de vue de l'économie. Dans les monnaies d'or également, il recommanda l'introduction du zinc, en se fondant sur des arguments de divers ordres : en dehors des qualités propres données par le zinc à l'alliage, l'addition de ce troisième métal permettrait de rendre décimaux les poids des monnaies d'or. Une pièce d'or de 20^{fr} pèse actuellement $6^{gr},451$; c'est là un poids qui n'a rien de décimal, mais qui résulte de la quantité d'or fin donnant à la pièce sa valeur réelle; une pièce de 10^{gr}, c'est-à-dire de poids décimal,

vaudrait 31^fr^, si on la frappait avec l'alliage adopté. Comme la valeur des pièces ne doit pas être changée, M. Peligot pense qu'il serait préférable de rendre décimal le poids des pièces, lequel est appréciable par tout le monde, sauf à modifier la composition de l'alliage, que quelques spécialistes sont seuls capables de vérifier. Or l'alliage de cuivre et d'or pouvant former une pièce de 20^fr^ du poids de 10^gr^, c'est-à-dire l'alliage à $\frac{580}{1000}$, ne présente pas les qualités indispensables à un or monétaire. Il en est autrement d'un semblable alliage dans lequel $\frac{50}{1000}$ à $\frac{70}{1000}$ de cuivre sont remplacés par le même poids de zinc : il présente la couleur et les propriétés physiques de l'or à titre élevé; il permet donc de résoudre la question. Si remarquables et si remarqués qu'aient été les arguments présentés à l'appui de cette proposition, tant de considérations diverses entrent en ligne lorsqu'il s'agit de monnaies, que les pièces d'or de l'union latine conservent toujours leur ancienne composition.

La nature du premier travail de M. Peligot m'a fait commencer cet exposé par les découvertes dont les métaux ont été l'objet. La Chimie des métalloïdes a fixé fréquemment aussi son attention.

Pratiquant dès l'origine, avec une habileté reconnue de tous, les méthodes les plus délicates et les plus rigoureuses de l'analyse chimique, il s'est livré à de nombreux travaux ayant pour but d'établir la composition des eaux naturelles. Il a fourni ainsi aux hygiénistes, aux industriels et aux agriculteurs des renseignements précieux.

Procédant de même, mais dans un autre ordre d'idées, il a déterminé la composition de deux hydrates cristallisés de l'acide phosphorique.

Mais c'est surtout avec les composés oxygénés de l'azote que M. Peligot a obtenu, dans cette partie de la Science, ses plus brillants résultats.

Il a en premier lieu rectifié l'histoire de l'acide hypoazotique. Dulong avait décrit cet acide hypoazotique comme un liquide incristallisable, bouillant à $+28°$; l'eau, dont il n'avait pu éviter complètement l'intervention, avait quelque peu altéré son produit. En opérant mieux, en produisant l'hypoazotide

au moyen de bioxyde d'azote et d'oxygène très exactement desséchés, M. Peligot a obtenu ce corps pur; il a reconnu que son point d'ébullition est + 22° et qu'il se solidifie par le froid en formant des cristaux fusibles à — 9°. Il a reconnu de plus que l'hypoazotide traité par l'eau glacée se dédouble en acide azotique et en acide azoteux : ce dernier colore la liqueur en bleu.

Ce sont, à ce qu'il semble, ces premières observations sur les composés oxygénés de l'azote qui ont conduit M. Peligot à formuler une théorie extrêmement élégante des réactions effectuées pendant la fabrication de l'acide sulfurique. Dans cette théorie, le gaz sulfureux agissant sur l'acide azotique forme de l'acide sulfurique et de l'acide hypoazotique; celui-ci, au contact de l'eau, régénère de l'acide azotique et dégage du bioxyde d'azote; enfin ce dernier, fixant l'oxygène de l'air dans les chambres de plomb, devient acide hypoazotique, lequel réagit sur l'eau et passe finalement tout entier à l'état d'acide azotique. L'acide azotique, constamment régénéré, sert ainsi d'intermédiaire entre l'oxygène de l'air et le gaz sulfureux. Nul ne doute que ces réactions se produisent plus ou moins dans les appareils de l'industrie, mais les spécialistes admettent depuis quelques années qu'elles ne sont pas seules à engendrer l'acide sulfurique. Il n'en est pas moins vrai que la théorie dont il s'agit rend compte des réactions avec une telle simplicité, résume l'ensemble des faits d'une manière tellement compréhensible, que c'est toujours à elle que se reportent les fabricants pour contrôler la marche de leurs chambres de plomb.

J'arrive aux recherches de Chimie organique.

Le premier Mémoire de ce genre a été publié par M. Peligot en 1834. Par suite d'une coïncidence encore assez fréquente aux époques de grande activité scientifique, il s'est trouvé immédiatement contrôlé, un chimiste allemand, Mitscherlich, ayant publié simultanément les mêmes faits. Il porte sur la constitution de l'acide benzoïque. En détruisant par la chaleur le benzoate de chaux, M. Peligot a isolé trois composés : 1° le *benzone* ou *benzophénone*, corps analogue à l'acétone; 2° la *naphtaline*, carbure d'hydrogène cristallisé; 3° la *benzine*, carbure d'hydrogène liquide. Une telle formation de ces deux hydrocarbures, dont l'importance est devenue depuis si consi-

dérable, présentait dès lors un grand intérêt : tous deux avaient été observés antérieurement, mais on ne les avait obtenus que dans des réactions complexes, qu'il n'était guère possible de comprendre. De l'expérience nouvelle, au contraire, il résultait nettement que la benzine, par exemple, dérive de l'acide benzoïque par séparation des éléments de l'acide carbonique.

M. Peligot a commencé à travailler dans un temps où, pour lui emprunter une expression heureuse et pittoresque à la fois, on se livrait avec une ardeur féconde « au défrichement de la Chimie organique ». Il devait donc suivre l'entraînement général ; aussi les méthodes précises d'analyse organique, méthodes alors toutes nouvelles, étaient-elles une arme dont il devait se servir heureusement. Avec M. Dumas, dont il eut la bonne fortune d'être d'abord l'élève puis le collaborateur, il fixa la composition d'un grand nombre de substances, telles que l'essence de cannelle, l'acide hippurique, l'acide sébacique, l'hydrate d'essence de térébenthine, le camphre, etc.

C'est dans cette sorte de voyage à la découverte que les deux collaborateurs, en étudiant un corps mal connu avant eux, trouvèrent l'occasion de publier un travail capital, dont Berzelius a pu dire : « Avec celui de Liebig et Wœhler sur l'essence d'amandes amères, ce travail est le plus beau qui ait jamais été fait dans la Chimie végétale ». Les recherches de Liebig et Wœhler sont, en effet, admirables et justifient bien l'expression du grand chimiste suédois ; elles étonnent surtout par l'ingéniosité et la sagacité dont les investigateurs ont fait preuve. Celles de MM. Dumas et Peligot sont, au contraire, d'une simplicité surprenante au point de vue expérimental, mais les conséquences que les auteurs français ont su tirer de leurs résultats, la fécondité des conceptions élégantes que l'observation des faits a provoquées dans leur esprit, ont exercé une action sans égale sur le développement de la Chimie organique ; leur influence a même surpassé de beaucoup tout ce que Berzelius a pu prévoir.

Il s'agissait d'un corps volatil, entrevu par Boyle dès le XVIIe siècle, isolé en 1812 par Taylor dans les produits liquides que fournit la distillation du bois, et désigné dès lors sous le nom d'*esprit de bois*. MM. Dumas et Peligot constatèrent que

l'esprit de bois, dont ils venaient de faire l'analyse, diffère surtout de l'alcool ordinaire ou *esprit de vin* par sa teneur un peu moins forte en carbone et en hydrogène. Ils remarquèrent que ce composé ressemble singulièrement d'ailleurs à l'alcool ordinaire, non seulement par les propriétés physiques, mais surtout par les propriétés chimiques, presque toutes les réactions caractéristiques de l'esprit de vin étant reproduites par l'esprit de bois. Ils observèrent enfin qu'à tous les dérivés de l'alcool correspondent des dérivés analogues de l'esprit de bois, présentant des compositions parallèles, pourrait-on dire : l'alcool oxydé donnant de l'acide acétique, l'esprit de bois oxydé donne de même un acide semblable mais un peu plus pauvre en carbone et en hydrogène, l'acide formique; l'alcool combiné aux acides fournissant des éthers, l'esprit de bois se conduit de la même façon et produit avec chaque acide un éther analogue à celui formé par le même acide et l'alcool ordinaire, mais un peu moins riche en carbone et en hydrogène; l'alcool formant avec la baryte une combinaison cristallisée, l'esprit de bois en forme une du même genre; etc. En un mot, l'esprit de bois fut considéré par eux comme un second alcool et nommé *alcool méthylique*. Cette conséquence si simple d'un rapprochement heureux a été l'origine d'une évolution capitale de la Chimie organique; ses résultats les plus prochains, si remarquables qu'ils ont pu être, ne sont pas à beaucoup près les plus éclatants. Que les auteurs aient été amenés par cette comparaison à préparer avec l'esprit de bois une foule de substances jusqu'alors inconnues, pour lesquelles des substances analogues dérivées de l'alcool leur servaient d'exemples; que l'éther méthyl-azotique ait été employé dans l'industrie des couleurs ou se soit fait une réputation terrible comme explosif; que l'éther méthyl-formique et surtout l'éther méthyl-oxalique, qui est cristallisable, soient usités aujourd'hui pour obtenir l'alcool méthylique pur; etc.; tout cela s'efface en présence de résultats généraux d'un intérêt primordial.

Tout d'abord, l'existence de deux alcools différents faisait soupçonner l'existence d'un plus grand nombre : MM. Dumas et Peligot cherchèrent à les distinguer parmi les corps antérieurement étudiés, en se fondant sur les analogies de propriétés. Or,

longtemps auparavant, M. Chevreul avait extrait du blanc de baleine un principe défini particulier, qu'il avait appelé *éthal ;* MM. Dumas et Peligot reconnurent que l'éthal constitue un troisième corps capable de donner les mêmes réactions et les mêmes dérivés que l'alcool ordinaire ou esprit de bois, c'est-à-dire un troisième alcool. La généralité de la conception était donc établie. Dès ce moment la découverte d'un nouvel alcool fut considérée comme présentant en Chimie organique autant d'importance que la découverte d'un métal en Chimie minérale : de même que le métal nouveau est le générateur de toute une série de sels et de composés variés, de même l'alcool nouveau devient l'origine d'une extension aussi large de nos connaissances.

Un second point doit encore être signalé. C'est de ces expériences mémorables que datent les premières indications relatives à la classification des substances organiques. Elles sont, en effet, le point de départ d'une notion fondamentale, à savoir, la notion du rôle chimique rempli par ces innombrables composés neutres, que fournit la nature vivante ou qu'engendrent les réactions, c'est-à-dire la notion de ce que nous appelons aujourd'hui la *fonction chimique.*

Le jugement porté par Berzelius sur ce travail de premier ordre était donc bien fondé; le temps n'a fait que le confirmer; les idées fécondes qui s'y trouvent développées sont aujourd'hui classiques.

C'est encore dans des recherches poursuivies en collaboration avec Dumas, qu'il faut chercher l'origine d'un ordre de travaux dont M. Peligot ne s'est plus jamais éloigné depuis, et dont l'industrie a profité dans une très large mesure. Je veux parler de l'étude des matières sucrées.

A la suite des découvertes de Dumas et Boulay sur les éthers, une hypothèse fort originale avait été exprimée sur la nature du sucre et n'avait pas tardé à se répandre. L'éther acide éthyl-carbonique se décompose par hydratation en alcool et acide carbonique; le sucre, sous l'action de la levure de bière, s'hydrate, puis se dédouble en alcool et acide carbonique; l'acide éthyl-carbonique, se demandait-on alors, serait-il donc identique au sucre? Telle est la supposition séduisante que



MM. Dumas et Peligot voulurent contrôler expérimentalement. Ils découvrirent ainsi et firent connaître les éthers acides de l'acide carbonique et les reconnurent comme très différents des sucres. La forme donnée aux conclusions de leur travail montre bien avec quelle faveur était accueillie alors l'hypothèse en question : « L'acide carbovinique, disent-ils, ne peut plus être confondu avec le sucre de canne ; c'est un corps évidemment tout différent. » Et plus loin : « Arrivés à ce point du travail que nous avions entrepris, il n'en résultait qu'une seule chose, savoir, la nécessité de reprendre à fond l'étude du sucre ou plutôt des sucres ; on ne pouvait plus faire à leur sujet que des suppositions creuses, faute d'expériences approfondies. »

M. Peligot a entrepris seul cette étude des sucres. Il l'a poursuivie à peu près sans cesse et, depuis 1838 jusqu'au jour actuel, il en a fait connaître les résultats dans un grand nombre de publications.

Après avoir établi la composition des diverses matières sucrées et montré l'inexactitude des données admises antérieurement pour le plus grand nombre, il étudia les composés que les sucres fournissent avec les oxydes métalliques : les sucrates de baryte, de chaux, de plomb, etc. Il reconnut la multiplicité des combinaisons formées par le sucre avec une même base et décrivit les propriétés de la plupart d'entre elles. Ces connaissances ont trouvé dans l'industrie sucrière des applications dont on ne saurait méconnaître l'intérêt. Elles ont fourni, à proprement parler, les diverses méthodes de traitement usitées aujourd'hui pour extraire des mélasses les quantités considérables de sucre cristallisable que celles-ci renferment. Elles ont permis la création d'une industrie spéciale, la *sucraterie ;* or celle-ci fournit chaque année à l'Europe plus de 100 millions de kilogrammes de sucre qu'on ne saurait utiliser autrement, si ce n'est par la fermentation alcoolique, c'est-à-dire par une opération relativement peu profitable.

A côté du sucre de canne, M. Peligot a étudié aussi ses composants, la glucose et la lévulose. Il a établi définitivement l'identité de la matière suerée contenue dans l'urine des diabétiques avec la glucose. Il a fait connaître les composés éphémères que forment la glucose et la lévulose avec les alcalis,

ainsi que les acides organiques engendrés par la destruction rapide de ces mêmes composés alcalins; il a établi ainsi des réactions différentielles très nettes entre le sucre d'une part, la glucose et la lévulose d'autre part, réactions différentielles souvent utilisées depuis. M. Peligot lui-même a fondé sur elles un procédé saccharimétrique fort simple : le glucosate et le lévulosate de chaux sont décomposés à l'ébullition pour former des sels neutres, tandis que le sucrate de chaux conserve son alcalinité dans les mêmes circonstances; on conçoit dès lors que des titrages alcalimétriques, pratiqués avant et après ébullition, puissent donner les proportions suivant lesquelles ces matières sucrées se trouvaient mélangées à l'origine.

D'ailleurs la détermination précise de la nature des produits formés dans la destruction du glucosate et du lévulosate de chaux a été le sujet du plus récent travail de longue haleine de M. Peligot. Cette destruction donne principalement naissance, avec les sels de chaux de l'acide glucique et de l'acide mélassique, à une substance magnifiquement cristallisée, la *saccharine*, dont M. Peligot a décrit soigneusement les propriétés, et qui constitue l'anhydride d'un acide particulier qu'elle engendre en s'unissant aux bases.

Si pressé par le temps que je puisse être, je ne dois pas négliger de vous signaler, parmi les travaux de M. Peligot, une très heureuse modification du procédé indiqué par MM. Will et Warrentrapp pour le dosage de l'azote dans les corps organiques. Ces chimistes, après avoir dégagé l'azote sous forme d'ammoniaque, recueillaient et pesaient cette dernière à l'état de chloroplatinate d'ammoniaque. Il serait difficile de dire quelle économie de temps a procurée aux analystes l'idée très simple et très heureuse de M. Peligot : sa méthode consiste, en effet, à recueillir cette ammoniaque dans un acide titré, dont on détermine ensuite par un essai volumétrique la quantité neutralisée; celle-ci correspond à l'azote dégagé. Utile à tous, cette méthode expéditive, aisément praticable et même accessible aux chimistes peu expérimentés, a été particulièrement précieuse dans l'analyse des engrais azotés. Son invention n'est pas le moindre des services que M. Peligot ait rendus à l'Agriculture : or ces services sont nombreux et éclatants.

En parler avec détail serait m'entraîner un peu loin des matières que je dois traiter ici. Je puis cependant ajouter que ce sont les cultures sucrières qui en ont tiré le plus large profit. La production de la canne à sucre et de la betterave, l'accroissement de leur richesse en sucre, l'étude des sels que la betterave enlève au sol, qu'elle accumule et dont l'industrie de notre pays extrait des quantités de potasse importantes, etc. : ce sont là des sujets auxquels M. Peligot a consacré un labeur considérable. Si l'on y joint des recherches sur la composition des blés, sur l'industrie séricicole, sur la variation de la composition du lait avec l'alimentation, et beaucoup d'autres encore que je dois renoncer à énumérer, on conçoit aisément comment, en 1852, l'Académie des Sciences a voulu s'attacher M. Peligot au titre de membre de la classe d'économie rurale. Ce dernier fait vous indique tout l'intérêt que présente ce côté de l'œuvre de M. Peligot, dont une exposition plus développée ne m'est pas permise.

Je dois m'arrêter en m'excusant de vous avoir retenus aussi longtemps. Je n'ignore pas que j'ai été fort incomplet, mais je crois, du moins, n'avoir négligé aucun des travaux de premier ordre qui ont assuré à mon illustre prédécesseur une place éminente parmi ses contemporains.

Au moment où il abandonne l'enseignement du Conservatoire des Arts et Métiers, j'ai désiré lui rendre, par cet exposé de ses découvertes, un hommage qui lui est bien légitimement dû. Si j'ai le regret de n'avoir su exprimer comme il aurait convenu l'admiration profonde que son œuvre m'inspire, permettez-moi du moins de terminer en exprimant un vœu : je souhaite vivement que le rétablissement de la santé de M. Peligot nous permette de profiter longtemps encore de son savoir, de sa bienveillance et de ses conseils [1].

---

[1] Ce souhait auquel s'associaient tous les collègues de M. Peligot n'a malheureusement pas été exaucé. L'éminent chimiste succombait deux mois plus tard à la suite d'une douloureuse maladie.

(*Note de la Rédaction.*)

DISCOURS

PRONONCÉ LE 18 AVRIL 1890

AUX OBSÈQUES DE

M. E. PELIGOT,

Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers,

Par le Colonel A. LAUSSEDAT.

L'homme excellent, le savant éminent auquel nous apportons un dernier témoignage d'affection et d'admiration n'était pas seulement le doyen vénéré des professeurs du Conservatoire des Arts et Métiers. Aucun de ceux qui l'avaient précédé, depuis la fondation des cours en 1819, n'avait eu la bonne fortune d'être aussi longtemps que lui en communication avec le public intelligent et sympathique qui les fréquente.

Enfin, c'est dans le premier laboratoire de Chimie fondé, rue Saint-Martin, par Clément Desormes, qu'il avait accompli la plus grande partie des travaux qui l'ont illustré.

Quand le Conseil de perfectionnement du Conservatoire a été informé, il y a six mois, de l'intention arrêtée de M. Peligot de quitter le poste qu'il avait occupé avec tant d'éclat pendant quarante-huit ans, je fus chargé de lui exprimer ses regrets de ne pas le voir rester au moins deux ans de plus en tête de la liste des membres du corps enseignant, pour nous ménager l'occasion rare de fêter un cinquantenaire. Nous espérions bien toutefois pouvoir lui rappeler, l'an prochain, qu'il était toujours notre collègue, en sa qualité de professeur honoraire, mais la mort ne nous l'a pas permis.

Né en 1811, à Paris, rue Sainte-Apolline, c'est-à-dire dans le quartier Saint-Martin même, au centre de cette population industrieuse avec laquelle il devait rester en contact et en communauté d'idées pendant toute sa vie, Eugène-Melchior Peligot appartenait, par conséquent, à cette génération de 1830, pleine d'enthousiasme et quelquefois d'illusions, qui a entrevu et abordé toutes les réformes et réalisé, en fin de compte, d'immenses progrès dans les arts, dans la littérature et surtout dans la Science dont les merveilleuses applications ont exercé et continuent à exercer une si grande influence sur les conditions de la vie dans les sociétés modernes.

Eugène Peligot embrassa la carrière scientifique à laquelle le disposaient la netteté et la pénétration de son esprit. Je pourrais aisément fournir des preuves de ces heureuses facultés et des autres qualités qui se manifestent dans ses nombreux écrits; je me bornerai à citer un passage de sa thèse inaugurale pour le doctorat ès Sciences qui fait bien connaître ses tendances philosophiques et la juste idée qu'il s'est toujours faite des progrès de la Science qu'il cultivait.

« Telle est, dit-il, la nature propre des Sciences d'observations, qu'à chaque époque, les notions actuelles satisfont presque toujours l'esprit de ceux qui les donnent et aussi de ceux qui les reçoivent. On oublie trop souvent que les résultats auxquels on arrive ne doivent être considérés que comme des jalons destinés à guider nos successeurs dans une voie de perfection qu'heureusement peut-être nous ne soupçonnons pas nous-mêmes. »

Il convient de rappeler que le jeune maître qui s'exprimait avec cette hauteur de vue avait vingt-sept ans.

Comment sa vocation lui fut-elle révélée? Comment avança-t-il si rapidement dans des voies encore peu frayées?

Nous pouvons constater cette fois encore que, pour les natures d'élite, les plus dures épreuves, loin d'abattre leur courage, sont peut-être le meilleur des stimulants.

Le père de notre collègue, venu dans la capitale très jeune et sans appui, de ce plateau central dont Élie de Beaumont dit que les vigoureuses populations semblent prédestinées à entretenir, pour une bonne part, l'énergie parisienne, était

arrivé, à force de travail et d'intelligence, à conquérir une position des plus honorables, je pourrais dire des plus considérables. Au commencement de la Restauration, il était, en effet, administrateur des hôpitaux et hospices de la Ville de Paris et associé libre de l'Académie royale de Médecine.

Vers cette même époque, il créait, de sa propre initiative, l'établissement thermal d'Enghien où il avait découvert une nouvelle source qui porte encore son nom, préparant ainsi la fortune de cette station si rapprochée de Paris et presque ignorée ou du moins dédaignée jusqu'à lui. Le jeune Peligot voyait alors dans le salon de son père une élite de la société parisienne et il avait gagné, à ce contact, une finesse d'esprit dont tous ceux qui ont eu le grand plaisir de jouir de sa conversation ont connu le charme.

En 1829, après avoir achevé ses études au collège Henri IV, notre jeune étudiant se mettait à la recherche d'une carrière, lorsqu'il apprit qu'une nouvelle école d'ingénieurs, l'École Centrale des Arts et Manufactures, allait s'ouvrir sous le patronage de quatre hommes de mérite, parmi lesquels se trouvait le chimiste déjà célèbre J.-B. Dumas.

Eugène Peligot fit partie de la première promotion de cette École dont il était sans doute destiné à devenir l'un des élèves les plus brillants, sans le malheur imprévu et immérité qui vint frapper sa famille et interrompre ses études. La révolution de juillet, en dispersant la société qui fréquentait Enghien, avait ruiné son père qui dut abandonner la propriété de l'établissement thermal à une caisse hypothécaire à laquelle il avait été obligé de recourir. Cet homme si distingué, ce bienfaiteur à qui tout un district des environs de Paris doit sa prospérité, ne tardait pas à mourir, laissant sa famille dans la gêne.

Dès la catastrophe qui avait atteint son père, Peligot, âgé de dix-neuf ans, avait compris qu'il devait songer à trouver une position qui lui permît de se suffire immédiatement à lui-même et de venir aussitôt que possible en aide à sa digne mère, à son jeune frère et à ses trois sœurs.

Je ne veux pas m'étendre davantage sur ces poignants débuts de la carrière de notre collègue, mais je n'ai pas cru devoir non plus les passer entièrement sous silence, tant ils sont hono-

rables et en définitive encourageants pour tous ceux qui, comme lui, peuvent se trouver, dans leur jeunesse, aux prises avec l'adversité, avec de grands devoirs à remplir.

Peligot eut, à la vérité, le rare bonheur de rencontrer en M. Dumas, à la fois un maître incomparable et un ami qui lui ouvrit son laboratoire et lui prodigua les plus précieux conseils ; mais Dumas, de son côté, avait vu immédiatement qu'il ensemençait un terrain fertile, et son élève, bientôt devenu son collaborateur, ne tarda pas à lui faire honneur et à le dédommager de sa peine.

Vous avez entendu et vous allez encore entendre analyser en détail les travaux de Peligot par d'éminents chimistes, ses confrères et ses émules; je dois donc, au nom du Conservatoire des Arts et Métiers, me borner à revendiquer pour cette institution, l'honneur d'avoir fourni, pendant de longues années, au grand chimiste, les moyens d'investigation dont il avait besoin, et je dois ajouter aussi les occasions mêmes d'entreprendre des recherches sur des sujets que suscite incessamment le large enseignement populaire qu'elle répand et qui est, à coup sûr, l'une des gloires de notre pays.

Peligot avait vingt et un ans quand il entra dans le laboratoire de Dumas et à vingt-deux ans il présentait à l'Académie un premier Mémoire qui renfermait déjà des idées originales et fut jugé digne d'être inséré dans le Recueil des *Mémoires des savants étrangers*; il continuait à partir de cette époque, à apporter, chaque année, devant les juges les plus compétents, des preuves de sa sagacité comme observateur, de la hardiesse et en même temps de la rectitude de son esprit.

Répétiteur à l'École Polytechnique, professeur à l'École Centrale où il fut chargé de créer successivement plusieurs cours, enfin nommé d'abord suppléant pendant quelques mois, puis professeur de Chimie appliquée aux arts au Conservatoire des Arts et Métiers, dès 1841, c'est-à-dire à l'âge de trente ans, partout Peligot se montrait à la hauteur de sa tâche, partout il provoquait la sympathie et captivait son auditoire. Et cependant, en dépit de sa profonde science et du soin extrême qu'il apportait à préparer ses leçons, jamais, c'est de lui-même que nous le tenons, il n'abordait l'amphithéâtre sans émotion. Modeste à

l'excès, jusqu'à la timidité qui semblait être le fond de son caractère, cet homme de grand talent était à la fois un homme de grande conscience et il craignait toujours de ne pas assez bien faire.

Il n'en était que plus sensible à l'accueil que lui faisait le public qui remplissait le grand amphithéâtre du Conservatoire à chacune de ses leçons; aussi, même quand il commença à ressentir les premières atteintes de la fatigue, hésita-t-il longtemps à abandonner cette chaire devant laquelle il avait attiré un si grand nombre d'auditeurs qui avaient appris par lui à perfectionner leurs industries.

Il ne m'appartient pas, je le répète, d'essayer de parcourir l'œuvre considérable de Peligot, ni même de signaler ses principales découvertes, tant en Chimie minérale qu'en Chimie organique; mais il est de mon devoir de rappeler qu'en dehors du programme déjà si chargé de son cours de Chimie générale appliquée aux arts, il signalait souvent et il se laissait même entraîner à traiter des questions spéciales qui devaient aider à regagner le terrain que nous étions exposés à perdre dans quelques-unes de nos industries les plus intéressantes. C'est ainsi qu'il entreprit, par exemple, des études sur l'art de la verrerie et qu'il fit sur ce sujet une douzaine de leçons reproduites dans l'excellent traité intitulé : *le Verre, son histoire, sa fabrication*, dans lequel il a indiqué les progrès que l'on avait accomplis à l'étranger et dont il importait de faire bénéficier notre pays.

L'initiative qu'il avait prise a contribué à fixer au Conservatoire un enseignement confié, depuis bien des années, à un autre excellent professeur dont les leçons ont servi, bien souvent, à inspirer les merveilles de fabrication que tout le monde connaît et admire.

Peligot, qui se tenait également au courant des admirables progrès de la Métallurgie auxquels il avait concouru lui-même, ne cessait, d'accord avec l'illustre Boussingault, de réclamer la création d'une nouvelle chaire pour cette autre branche de l'une des plus importantes industries de notre temps.

Nous nous sommes inspirés de vos excellents conseils, cher maître, et nous avions espéré pouvoir bientôt vous apprendre

que votre vœu était exaucé. Nous continuerons à nous en inspirer en ne perdant jamais de vue les améliorations incessantes qu'il importe d'introduire dans le fonctionnement de cette institution qui vous était si chère et à laquelle vous avez donné la plus grande partie de votre temps, de votre existence.

Je pourrais fournir une nouvelle preuve de votre ardeur à nous aider à répandre les saines notions scientifiques propres à guider les industriels, en citant les nombreux articles dont vous avez enrichi les *Annales du Conservatoire* depuis leur fondation jusque dans ces derniers temps, car c'est un intéressant article de vous sur la composition des alliages monétaires qui figure en tête du premier volume de la nouvelle série.

Je devrais encore vous remercier de ce que vous avez fait pour le Conservatoire dans toutes les circonstances qui se sont présentées, à l'occasion des grandes expositions universelles auxquelles vous avez pris une part si importante.

Enfin, en ma qualité de secrétaire de la section française de la Commission internationale du mètre, j'aurais également à témoigner de la netteté de vos aperçus et de la logique de vos arguments, dans les dernières discussions de nos séances auxquelles vous assistiez assidûment, en même temps que de l'esprit de conciliation dont vous vous êtes toujours montré animé.

Mais la douceur de votre caractère était bien connue de tous ceux qui, dans cette assistance, et ils sont nombreux, ont eu le bonheur de vous approcher et votre famille si distinguée, si unie, si douloureusement éprouvée aujourd'hui, proclamerait hautement, s'il en était besoin, votre exquise bonté qui s'associait si bien à toutes vos autres éminentes qualités.

Adieu, cher et vénéré Collègue, adieu.



LE MÉTIER A FILER

« CONTINU A ANNEAUX »

ET LES LOIS DE SON FONCTIONNEMENT,

Par M. J. IMBS.

Le curseur ou *traveller* des continus à anneaux a été l'objet de nombreuses recherches et de tentatives répétées, ayant pour but de modifier les conditions très variables de fonctionnement que le type primitif et ordinaire de ce curseur réalise pour le fil produit sur les métiers continus de ce genre.

Le type de curseur ordinaire ne consiste, comme on sait, qu'en un simple crochet, qui, achevallé sur l'anneau et retenu par les rebords de cet anneau, peut y circuler librement. Ces curseurs peuvent être d'une légèreté intrinsèque extrême. Une bandelette de tôle d'acier, que l'on prend à l'épaisseur très faible que l'on désire, et cintrée sur sa longueur à la forme voulue, fournit, par un découpage transversal à la scie circulaire, des curseurs plus ou moins étroits et aussi légers qu'on peut les désirer. Dans ces conditions, on voit que ce n'est pas le poids naturel du curseur qui peut directement causer, par son glissement sur l'anneau, une résistance sérieuse, capable de fatiguer un fil même délicat. Si elle était constamment bien dirigée et si aucune influence étrangère n'intervenait, une traction suffisante pour faire glisser un corps si léger sur des surfaces d'ailleurs parfaitement polies, n'atteindrait jamais la

limite de résistance d'une fibre textile, cette fibre fût-elle simple, unique, et encore moins la limite de résistance d'un fil, qui, si fin qu'il soit, comprend toujours bien des fibres réunies. Mais ce curseur si léger soumet en réalité le fil qui doit le tirer à des influences des plus capricieuses.

La *fig.* 1 (*Pl. I*) représente, en coupe verticale, ce curseur placé sur son anneau et la broche portant une bobine en fonctionnement. La *fig.* 2 représente, en plan, les mêmes organes sous forme d'épure, et nous rappelons, avant d'examiner cette *fig.* 2 et de la discuter, que le fil fourni par les cylindres, descend de ces cylindres en passant par un barbin placé assez haut au-dessus du centre du système, et arrive sur le curseur dans une direction qui est presque verticale, qu'il traverse le curseur, pour se diriger de là et horizontalement sur la broche portant la bobine. Dans ce parcours, quand le fil est réellement tendu, en raison de sa nature essentiellement flexible, le fil peut être admis comme ayant, à l'instant considéré, sa tension parfaitement égale en tous ses points, depuis le cylindre jusqu'à la bobine. C'est l'état que nous appellerons l'*état de tension élastique*.

On voit du premier coup d'œil que le curseur peut alors ne poser même pas sur l'anneau. Tout au contraire, la tension du brin vertical peut le soulever, en appliquant ses deux crochets sous les rebords de l'anneau, avec une pression qui serait alors égale à $t - p$, si t est la tension et p le poids du curseur; en réalité, le curseur présentera toujours, en dessus et en dessous de son rail, selon que t sera supérieur à p ou inférieur à p, une résistance de frottement égale à $f(t-p)$ ou à $f(p - t)$.

La broche, placée au centre du système et mise en rotation, doit faire circuler le curseur C en exerçant sur le fil la tension horizontale égale à t, et dirigée, du point occupé par le curseur sur l'anneau, suivant la tangente menée de ce point à la circonférence d'enroulement du fil sur la bobine fixée à la broche. Si CA représente en direction et en grandeur la tension t, si α est l'angle compris entre la tangente à la bobine et le rayon, menés dans le plan horizontal de l'anneau du point quelconque de cet anneau où se trouve le curseur, la tension

CA $= t$ fournit les deux composantes, l'une radiale CB $= \cos \alpha t$, l'autre tangentielle CD $= \sin \alpha t$. La première, ayant pour effet de serrer le curseur contre l'anneau, est nuisible et produit pour ce curseur une résistance égale à $f \cos \alpha t$. La seconde est seule utile pour équilibrer les résistances diverses qu'éprouvera le curseur. Enfin, on voit immédiatement que si α varie, la tension t, nécessaire pour entraîner le curseur, diminuera au fur et à mesure que sa composante tangentielle utile croîtra et que sa composante radiale nuisible décroîtra, par une augmentation de valeur de l'angle α; car, pour un angle augmenté, une tension bien moindre CA′ fournit la même composante utile CD et une composante nuisible C′B′ très amoindrie. Cet angle α varie nécessairement en pratique, et même avec un mode de renvidage par couches complètes et égales sur toute la hauteur de la bobine, il passera progressivement pour *une levée entière* par des accroissements successifs compris entre les limites fournies par le rayon du tube vide et celui de la bobine pleine. Il variera d'ailleurs constamment, par oscillations successives et alternatives, croissant et décroissant entre ces limites, si l'on effectue le renvidage conique que nous décrirons plus loin, et qui est nécessaire si l'on veut pouvoir dévider ultérieurement la bobine par son sommet, sans tension du fil à ce dévidage.

Si nous considérons un angle α très ouvert, et que nous mettions la broche en rotation lente en ayant au point de départ un excédent de fil entre le curseur et le cylindre, si minime que soit le poids du curseur, l'extrême flexibilité d'un fil moyen le laissera immobile sur son rail circulaire jusqu'à ce que le fil soit absorbé et qu'il s'établisse une tension horizontale t très faible mais suffisante pour fournir l'égalité

$$t \sin \alpha = fp + ft \cos \alpha$$

que fournissent les actions naturelles, et l'angle vif d'inflexion du fil autour du curseur ne laissera encore se propager aucune tension appréciable au brin vertical du fil, qui n'est pas ici en tension élastique. Le curseur cheminera ainsi presque sans

résistance et t, la tension du brin horizontal, sera égale à

$$\frac{fp}{\sin\alpha - f\cos\alpha}.$$

Si l'on pouvait atteindre un angle $\alpha = 100°$ centésimaux, t pourrait descendre jusqu'à la valeur $\frac{fp}{1}$ dont nous parlions précédemment comme étant la résistance naturelle du curseur.

Mais si les angles α deviennent petits, t augmentera, et l'objet de nos recherches étant de considérer les dangers de rupture ou de fatigue du fil, c'est ce cas particulier qui nous offre surtout un intérêt réel et, dans ce cas, le fil se met en tension élastique et uniforme sur toute sa longueur, tension telle que le poids p du curseur devient alors absolument insignifiant et que sa résistance naturelle de glissement fp devient entièrement négligeable. En réalité, l'entraînement du curseur aura toujours lieu pourvu que l'on puisse avoir

$$t\sin\alpha = ft + ft\cos\alpha,$$

ft étant la résistance causée par la tension du brin vertical, et $ft\cos\alpha$ celle causée par cette même tension du brin horizontal. Le fonctionnement sera possible seulement dans ces limites, c'est-à-dire tant que $t\sin\alpha$ sera plus grand que $tf(\cos\alpha + 1)$ ou bien que $\sin\alpha$ sera plus grand que $f(\cos\alpha + 1)$. En appliquant une valeur de 0,20 au coefficient f entre surfaces métalliques polies et à glissement à sec, on en déduit que α doit avoir une valeur minimum d'environ 25° centésimaux au-dessous de laquelle aucune valeur de t ne peut entraîner le curseur du poids quelconque utilisé.

Mais nous n'avons pas seulement à entraîner ce curseur en vitesse lente, nous avons en outre à lui faire prendre en un instant, par exemple en une seconde, sa vitesse de régime de 8000 tours par minute. Si son poids p était absolument négligeable, quant à sa résistance naturelle de glissement pf, quand nous considérons les cas de faible valeur de α et de tension sérieuse du fil, il ne l'est pas du tout, quant à son inertie, pour être porté en une seconde à une vitesse de 7000 ou 8000 tours

sur son anneau. Dans ces conditions, l'équilibre des actions intervenant au moment du démarrage, sous les plus faibles valeurs possibles de α et sous les fortes tensions dont le fil est susceptible, nous fournit l'égalité

$$t \sin\alpha = tf(\cos\alpha + 1) + \frac{pv}{g}$$

et

$$t = \frac{\frac{pv}{g}}{\sin\alpha - f(\cos\alpha + 1)}.$$

Cette égalité nous montre toujours la nécessité d'un angle α de plus de 25° pour le démarrage, puisque pour cette valeur de 25°, le dénominateur de la fraction ci-dessus deviendrait égal à 0 et t infini. Mais, en outre, si nous appliquons dans cette formule à t, à v, à f, à p des valeurs pratiques courantes telles que $t = 50^{gr}$, $v = 17^{m}$, $p = 1^{gr},00$, $f = 0,2$, et que nous en déduisions la valeur dont α doit être pourvu, nous la trouverons égale, dans ce cas, à 27°. Ceci nous montre que, en moins de 2 degrés de diminution, nous passerons d'une tension pratiquement supportable par le fil à une tension infinie, et par conséquent combien il sera dangereux en pratique de vouloir approcher de trop près de cette limite minimum de 25° pour l'angle α au moment du démarrage. Il sera d'autant plus important de compter en pratique sur un excédent notable donné à cet angle, et de l'évaluer à environ 35°, que le coefficient f ne saurait avoir une valeur rigoureuse, que la moindre éraillure, l'état des surfaces métalliques de l'anneau ou du curseur, état un peu duveteux et de netteté imparfaite, peut trop souvent modifier défavorablement la facilité de glissement du curseur et aggraver les conditions de fonctionnement du fil. Une autre conséquence pratique des conditions que nous venons de signaler ici peut être mentionnée de suite avec opportunité, c'est la nécessité d'une parfaite concentricité entre l'anneau et la bobine ou la broche sur laquelle se forme la bobine. En effet, à la moindre déviation dans le centrage respectif des deux organes, les angles α, sur un même diamètre de bobine, varieront avec le point de l'anneau qui leur servira de sommet, et

t en subira les conséquences, passant à chaque tour à des limites de valeurs de α non prévues et faisant subir au fil des secousses répétées, que l'on devine aisément devoir être des plus dangereuses pour le produit filé, étant donnée l'extrême rapidité avec laquelle ces secousses se succèdent.

Le démarrage étant réalisé et la vitesse de régime v ayant été atteinte, la résistance particulière $\frac{pv}{g}$ a cessé, mais en même temps une nouvelle influence des plus importantes est intervenue, et avec elle quelques autres secondaires, il est vrai, mais qu'il sera encore nécessaire de prendre en sérieuse considération.

Aux vitesses de 6000, 7000, 8000 tours par minute qui sont nécessaires (vitesses que le désir d'économie du travail et du meilleur rendement des machines pousse incessamment l'industrie à dépasser encore), la force centrifuge développée par le poids du curseur lancé sur son rail, vient agir directement pour modifier les conditions naturelles de traction du fil. D'un autre côté, le brin vertical du fil, tournant avec le curseur, développe sur lui-même une force centrifuge qui peut devenir sérieuse, et la résistance opposée par l'air à l'évolution de ce fil, qui a une surface plus ou moins duveteuse, n'est pas non plus toujours négligeable. Ces actions nouvelles intervenant (dont la première, celle du curseur, doit absolument être envisagée au point de vue des efforts que subit le fil), ont d'autant plus d'importance que les conditions dans lesquelles elles se produisent sont celles du fonctionnement continu de la machine. En ce qui concerne les deux dernières actions, les nécessités du fonctionnement n'exigent pas leur évaluation; mais elles obligent toutefois à s'opposer à leur développement et à l'effet qui en résulterait, effet qui, en s'accentuant, entraverait toute marche régulière. La force centrifuge développée sur le brin vertical ainsi que la résistance de l'air, tendent à dévier le fil de sa direction naturelle et désirable, en ligne droite du barbin supérieur au curseur, à le faire ballonner et flotter en courbe protubérante, courbe qui, en s'accentuant,

ne tarderait pas à produire l'enchevêtrement mutuel des fils voisins et l'impossibilité de marche. Ce n'est que par une tension suffisante du fil qu'on peut restreindre ce ballonnement et le maintenir dans des limites admissibles. Ce ballonnement devant se produire forcément dès que la tension du fil n'est plus suffisante pour équilibrer la force centrifuge et la résistance de l'air qui le provoquerait, il vient, en sens inverse des considérations de ménagement du fil qui fixent des limites à l'accroissement de tension de ce fil, fixer également des limites à la diminution de cette tension. Nous avons vu qu'un angle α d'envidage trop faible provoquerait inévitablement les ruptures du fil. Il serait de même impossible de laisser se produire une augmentation de cet angle, au delà d'une valeur qui laisserait la tension diminuer jusqu'à devenir insignifiante et voisine de fp, si toutefois la force centrifuge développée sur le curseur lui-même ne venait modifier les conditions qui régissent cette tension, comme nous allons le voir.

Si léger que soit le curseur, si faible que soit son poids, sa force centrifuge $\frac{pv^2}{gr}$, sur un anneau de 40mm de diamètre, quand, en quelques instants, l'organe a pris sa vitesse de 7000 tours par minute, devient une action bien plus sérieuse que celle qui résulte directement du poids p lui-même. Il est facile de calculer qu'un curseur du poids de 0gr,1 développera une force centrifuge d'environ 125gr dans les conditions précitées, c'est-à-dire environ égale à 1250 fois son poids. Cette action se développe, en outre, en sens radial extérieur, c'est-à-dire en sens directement opposé à celui de la composante radiale nuisible résultant de la tension du fil, soit de $t \cos \alpha$. Cette action est d'ailleurs constante une fois la vitesse atteinte, ou sensiblement constante, car les quelques tours en plus ou en moins que le curseur perd en envidant sur des diamètres variables, mis en regard de la moyenne effective et totale de ceux qu'il effectue, ne méritent pas considération. Si nous considérons le fil mis en tension rigide dans les passages d'envidage sur petits diamètres, l'équation d'équilibre, dans laquelle il n'y a pas lieu d'introduire l'action insignifiante du poids du curseur comme frottement direct, se posera entre

les autres actions et donne

$$t \sin \alpha = ft + \left(ft \cos \alpha - \frac{fpv^2}{gr} \right) = ft + f \left(t \cos \alpha - \frac{pv^2}{gr} \right).$$

On voit du premier coup d'œil que le fonctionnement en vitesse peut devenir beaucoup plus favorable au ménagement du fil que celui effectué lentement ou en démarrant, et que la force centrifuge développée par le curseur exerce un effet de compensation. Il est bien évident que les deux termes de la parenthèse du deuxième membre sont toujours à porter pour une différence de valeur positive, quel que soit celui des deux qui excède l'autre. Le frottement de circulation du curseur aura lieu, selon celui qui l'emportera, soit sur la face extérieure, soit sur la face intérieure de l'anneau, en raison de leur différence. Les conditions les plus favorables seraient atteintes si ces deux termes s'égalaient et que leur différence fut nulle. Une telle égalité n'est toutefois réalisable que passagèrement à certains instants, puisque le terme $\frac{pv^2}{gr}$ est seul constant et que le premier $t \cos \alpha$ varie constamment par ses deux facteurs. Mais cette égalité peut intéresser utilement les instants connus, où t est exposé à devenir dangereusement accru, c'est-à-dire ceux des passages d'envidage sur les plus petits diamètres.

Remarquons d'abord que si cette égalité est obtenue, elle nous fournit $t \sin \alpha = ft$ et $\sin \alpha = f$ comme condition limite de l'angle d'envidage, ce qui nous permettra, si nous possédons un moyen de démarrer toujours sur des angles α suffisants d'au moins 35°, de fonctionner en vitesse jusqu'à des angles d'envidage bien moindres, donnant $\sin \alpha = 0{,}2$, soit de 13°. La vitesse de marche, le diamètre de l'anneau nous étant donnés par des considérations pratiques nécessaires, nous pourrons déterminer d'avance la valeur maxima que nous nous fixons pour t à ces passages sur le diamètre minimum résultant de l'angle de 13°, et calculer p, en raison de l'égalité

$$t \cos \alpha = \frac{pv^2}{gr}$$

désirée pour cet angle. Remarquons en outre que, puisque nous nous posons cette égalité pour la valeur minima de α, c'est-à-dire pour les valeurs maxima qu'atteindraient $\cos\alpha$ et t, dans toutes les autres périodes de fonctionnement $\frac{pv^2}{gr}$ sera supérieur à $t\cos\alpha$, et l'équation est conséquemment à poser dans le sens

$$t\sin\alpha = ft + f\left(\frac{pv^2}{gr} - t\cos\alpha\right);$$

d'où

$$t = \frac{\frac{fpv^2}{gr}}{\sin\alpha + f\cos\alpha - f}.$$

On voit, en conséquence, que les accroissements de α tendent à porter le dénominateur de cette fraction vers une valeur $1 - f$ et celle de t vers une valeur restant toujours quelque peu supérieure à $\frac{fpv^2}{gr}$; tandis que, sans vitesse, t s'abaissait jusqu'à près de fp, valeur 1250 fois moindre et insignifiante. La force centrifuge développée sur le curseur agit donc encore comme un puissant compensateur pour maintenir t en valeur suffisante sur les grands diamètres d'envidage.

Ce point a une grande importance, non seulement parce qu'il intéresse à titre indispensable le serrage et la solidité de la bobine, mais encore pour éviter les effets du ballonnement résultant de la force centrifuge et de la résistance de l'air que nous avons signalés et qui se développent sur le brin vertical. Ces dernières actions sont des plus variables et dépendent essentiellement du numéro de fil à réaliser. Pour des fils délicats, c'est-à-dire des fils fins ou même moyens, elles seront en général peu de chose à l'état normal, la direction réelle du fil étant celle de la génératrice d'un cône très allongé et reportant à une distance modérée du centre de rotation le centre d'action de ces influences, réduites déjà par le peu de poids ou la faible section du fil. Ces influences ne s'accentuent véritablement

que pour de gros fils, mais ceux-ci sont alors susceptibles d'une tension bien plus énergique. Toutefois, la nécessité de ne pas laisser se réduire la valeur de *t* au-dessous de celle suffisante pour les équilibrer, subsiste pour tous les genres de fils fins ou gros, parce que le moindre commencement de déformation de la ligne du fil, en modifiant défavorablement la position du centre d'action de ses influences, engendre spontanément l'accroissement rapide de leur énergie. Nous ajouterons d'ailleurs de suite que, en pratique, les variations de valeur de *t*, dans le sens d'un décroissement atteignant les limites correspondantes aux 100° de l'angle α ne sont jamais susceptibles d'être utilisées ni même approchées, par des raisons de constitution matérielle de l'organe. La bobine étant intérieure à l'anneau, et ne devant jamais grossir à un degré qui l'exposerait à entraîner le curseur par un contact même léger ou un simple frôlement, la valeur maxima que l'on peut donner à l'angle α atteint à peine ou ne dépasse guère 60°. Quel que soit le diamètre de la bobine à réaliser, on peut toujours y proportionner celui de l'anneau employé, de telle sorte que cet angle de 60° fournisse le diamètre de bobine voulu. De ce côté, les conditions pratiques sont donc fort heureusement d'accord avec les considérations que recommande l'analyse des fonctions de l'organe, puisque l'intérêt réel n'est pas d'absorber le fil sous une tension très faible, mais bien sous la tension suffisante qui lui convient, rendue aussi constante et égale que possible. Il n'en est pas de même de la réduction limitée pour cet angle α à un minimum absolu et théorique de 25° pour le démarrage et de 13° pour la marche en vitesse, ni de la tension considérablement accrue que le fil subira dans son fonctionnement sur les diamètres réduits en général. Ces inconvénients sont une gêne sérieuse et ont des conséquences nuisibles.

La *fig.* 3 montre une bobine complète exécutée sur le sommet d'une broche nue et la manière bien connue suivant laquelle, pour répondre aux exigences de l'emploi ultérieur des filés, il est nécessaire de construire la bobine par la superposition des couches successives du fil en renvidage conique. La superposition de ces couches et leur évolution individuelle est

réglée par un mouvement alternatif du chariot portant les anneaux, mouvement qui est représenté *fig.* 1 *bis*. Ce mouvement forme chaque fois une couche ou *aiguillée* (dont on voit la dernière au sommet de la bobine), et qui comprend une courbe ascendante lente et une courbe descendante rapide s'entrecroisant. Un déplacement lent et progressif de bas en haut de ces mouvements alternatifs répétés et des couches successives qu'ils forment sur les précédentes, est déterminé par un calibre tracé en raison des cubes à remplir pour chaque unité de déplacement vertical. Les premières couches se forment à la base de la broche, sur un corps de petit diamètre et à peu près cylindrique, qui, grossissant rapidement dans la partie qui se charge le plus, prend la forme d'un double cône grossissant et s'allongeant, puis se continuant sous la forme d'un cylindre à deux bouts coniques. A part les premières couches du bas, toutes les suivantes, jusqu'à celles qui se forment au-dessus de la ligne *mn*, se forment sur un cône d'appui préexistant, à base grossissante et à sommet diminuant par la conicité du fuseau lui-même; et à partir de *mn*, le fil a, à chaque couche, à passer par tous les angles d'envidage, depuis le diamètre maximum jusqu'à celui de la broche nue. C'est ce dernier que le curseur ordinaire oblige à grossir considérablement par l'addition d'un tube, fait en bois le plus souvent.

En ce qui concerne le démarrage général du métier et les conditions qu'il exige et que nous venons de montrer, on y satisfait de la manière suivante (voir *fig.* 3) : La broche porte au-dessous du pied de la bobine une embase *E* striée, de diamètre suffisant, sur laquelle, à la fin de la dernière couche supérieure, le chariot amène le fil, par un mouvement de descente complète et même excédante assez rapide. C'est sur cette position de *sous-renvidée* $m''n''$ que se produit l'arrêt du métier pour faire la levée, et remettre des tubes vides. C'est par conséquent aussi sur cette même position que l'on démarre en rembrayant la machine, dont le chariot se porte alors rapidement en remontant un peu à la hauteur $m'n'$ du commencement de la bobine, hauteur où il n'arrive que quand les organes sont en pleine vitesse, et quand le fil peut par suite

fonctionner sur le diamètre, assez faible, du commencement de la bobine. Ultérieurement et quand on a besoin d'arrêter le métier pendant la formation de la bobine, on a soin de ne le faire que dans les instants où le chariot passe en face des diamètres avoisinant la base des cônes, afin d'assurer les conditions nécessaires pour obtenir le démarrage ultérieur sans ruptures, et la machine doit être disposée pour ne permettre de la débrayer que dans ces positions. Mais on ne peut arrêter le métier pendant les premières couches, sans graves inconvénients jusqu'à grossissement suffisant du double cône de base. Et en outre les rattaches, pour ruptures isolées qui peuvent accidentellement se produire sur l'une quelconque des broches, demeurent des plus difficiles pendant cette période.

En ce qui concerne le fonctionnement du fil pendant la formation de la bobine, il est nécessaire que nous rendions apparentes, par des chiffres, les variations qui vont se produire et les conséquences de l'analyse faite ci-dessus. Plutôt que de prendre pour base, dans un exemple, des données pratiques expérimentales qui ne reposent souvent que sur des tâtonnements imparfaits et difficiles, nous suivrons la méthode de calcul que nous venons d'indiquer ci-dessus, comme résultant de l'analyse des fonctions de l'organe.

Supposons un fil de résistance normale de 80^{gr} que nous ne voulons exposer qu'à une tension maxima de moitié, soit de 40^{gr}. Soit 32^{mm} le diamètre de la bobine pleine, il en résultera pour l'anneau un diamètre nécessaire strictement de 40^{mm} environ qui à un angle minimum d'envidage fixé pratiquement à 15° nous donne un diamètre minimum de 8^{mm} à 9^{mm}. La vitesse de marche désirée étant en outre 7200 tours par minute, nous calculerons *p*, le poids du curseur à employer, par l'égalité

$$40 \times \cos 15^{\circ} = \frac{pv^2}{gr}$$

qui nous assure les meilleures conditions, et nous adopterons le curseur de $0^{gr},03$ qui en résulte. Le diamètre maximum de 32^{mm} nous fournissant un angle α de 60°, la tension t minima

sous cet angle nous sera connue par la formule

$$t = \frac{\frac{fpv^2}{gr}}{\sin 60^\circ + f \cos 60^\circ - f}$$

et nous trouvons sa valeur $= 8^{gr},25$.

L'expérience seule pourra montrer, selon le genre de filés que nous aurons à réaliser, si cette tension minima de $8^{gr},25$ suffit à équilibrer la force centrifuge et la résistance de l'air qui s'exercent sur le fil en valeur constante et à éviter le ballonnement. Si elle était insuffisante et que nous dussions augmenter le poids du curseur, nous remarquerons qu'une telle augmentation amènera une augmentation proportionnelle de toutes les tensions à angle comparatif égal, et que si nous ne voulons pas dépasser la limite de tension maxima de 40^{gr}, nous aurons à rechercher par la même méthode l'augmentation à apporter à l'angle minimum primitif adopté, pour l'exécution de notre broche ou de notre tube vide. Mais il est bon de remarquer que si une tension moindre était suffisante pour éviter le ballonnement, nous n'aurions aucun intérêt à adopter pour cette raison un curseur plus léger, en vue de rendre la tension plus régulière. Seule la réduction des différences de diamètre, obtenue de préférence par l'accroissement du diamètre minimum, diminuerait les variations de tension. Par contre, l'emploi du curseur plus léger pourrait permettre un certain accroissement de vitesse sans modifier les tensions prévues. Enfin remarquons que le diamètre minimum fixé pour l'angle minimum de 15° est à compter pour le sommet du fût dont la conicité exige un accroissement suffisant pour sa base, laquelle devrait avoir 12^{mm} à 14^{mm} environ.

Telles sont les conditions auxquelles oblige l'emploi du continu à anneau à curseur habituel. Ces conditions ne laissent pas que d'être une gêne sérieuse, elles limitent son emploi à des fils d'une résistance suffisante, et elles empêchent en outre de faire la bobine *tout-fil*, c'est-à-dire sans un tube épais et solide rapporté sur la broche, pour fournir les grosseurs d'appui assez volumineuses qu'exige le fil pour se filer

sans ruptures, et qu'il faut ensuite lui laisser comme support jusqu'à son dévidage ultérieur, car sur ces diamètres les couches internes ne pourraient avoir la solidité suffisante pour permettre de séparer la bobine proprement dite de ce support.

Les *fig.* 4 et 5 représentent un anneau muni d'un curseur formant palette ou traverse, du genre qu'ont proposé, sous des formes assez variées, un grand nombre d'auteurs spéciaux, parmi lesquels il convient de citer MM. Chapin, Vimont, Lancaster, Bourcart. Dans cette disposition, le fil n'arrive sur la bobine qu'en ayant fait près du centre de l'appareil un second enveloppement autour du curseur, lequel s'appuie sur l'anneau en deux points, peut pivoter autour de l'un de ces deux points d'appui pour se maintenir en contact constant avec la bobine, quel que soit le diamètre variable que présente celle-ci, et c'est le fil même, qui, partant de son point de second enveloppement autour du curseur, maintient celui-ci en contact constant. Ce contact assure au curseur un entraînement mécanique par frottement direct de la bobine, et le fil ne peut pas éprouver une augmentation de tension pendant son envidage, sans qu'il en résulte directement l'accroissement proportionnel de l'adhérence du curseur contre la bobine et la correction en quelque sorte automatique de la cause qui agit défavorablement sur le fil à cet instant. Si l'on suppose considérer soit l'instant du démarrage, soit une rotation en vitesse dans les passages de renvidage sur petits diamètres, on voit du premier coup d'œil que les actions qui développaient la tension du fil dans le curseur ordinaire n'existent plus. Le fil ayant franchi l'œil ou la fourchette o qui sert de pivot au curseur-traverse, glisse sur sa face extérieure et revient en traversant le fond de la grande fourche en o' se diriger sur la broche qui le tire dans la direction de o''. Si de o en o' le fil exerce une traction nuisible et serrant la fourchette de pivotement contre l'anneau, de o' en o'' il exerce une traction presque inverse réagissant contre la première et le curseur est ainsi en état d'équilibre entre ces deux actions des deux brins du fil. D'autre part, en décomposant la seconde, $o'o''$, au point o', en $o'x$ et $o'x'$, on voit que tandis que $o'x$ sert à produire la réaction d'équilibre que nous

venons d'indiquer, $o'x'$ agit sur $o'O$ comme levier pour serrer le curseur contre la broche au point O et pour faire glisser, sur l'anneau, dans la direction oo_3, la fourchette de pivotement, qui, seule, peut tendre à résister par suite de la tension du brin vertical. Enfin, le centre de gravité du curseur étant très sensiblement au point o' et fort près du centre de rotation du système entier, malgré le poids relativement considérable de ce curseur, à des vitesses modérées, il ne développera dans cette position qu'une force centrifuge de faible valeur qui ne nuira pas au fonctionnement. Ainsi, dans ces périodes du passage du fil sur petits diamètres, ce curseur remplit bien toutes les conditions qui évitent les influences nuisibles du curseur ordinaire. Il est bien évident, toutefois, que les directions des tractions du fil que nous venons de mettre en évidence se modifient considérablement au fur et à mesure que le diamètre d'envidage grandit. Si nous figurons ce curseur en fonction sur un diamètre d'envidage approchant du maximum, la première traction horizontale du fil de o en o_1 est de bonne direction et convenable pour le glissement de la fourchette de pivotement sur son rail. La seconde traction de o_1 en o_2, à peu près normale à la première, ne lui fait plus équilibre, ce qui serait inutile, mais est bien de direction favorable pour serrer le curseur sur la bobine. Toutes les conditions respectives seraient donc encore excellentes pour ces deux tractions, si la considération de la force centrifuge, développée par ce curseur extrêmement pesant, ne devenait pas ici des plus graves. Le centre de gravité de ce curseur est en effet maintenant en o_1, tout près de l'anneau; la force centrifuge s'y développe à son maximum, en raison du carré de la vitesse qu'il possède. Elle tend à faire pivoter ce centre de gravité autour du point o, suivant l'arc $o_1 o_3$ directement opposé au brin $o_1 o_2$ du fil, et à rejeter violemment le curseur contre l'anneau en le séparant de la bobine. C'est ici, dans ce système, que se montrent les moments difficiles de son fonctionnement. Le fil délicat est là, seul, dans son parcours de o_1 à o_2, pour annuler cette force centrifuge, dont l'importance peut être aisément évaluée, en raison de la masse relativement énorme du curseur. Incapable de le retenir, le fil le laissera s'appliquer contre la face intérieure de l'anneau

et y butter par le fond de la grande fourche et y produire un frottement considérable dont le brin oo_1 aura à vaincre la résistance entière et la rupture du fil sera inévitable.

Ces considérations montrent que le curseur-palette possède des propriétés inverses de celles du curseur ordinaire. Celui-ci ne se prête pas, dans des conditions de douceur convenable, aux passages sur petits diamètres; des angles d'envidage ouverts, de grandes vitesses de marche sont pour lui les éléments favorables. Le curseur-palette, au contraire, se prête parfaitement aux passages sur petits diamètres et peut faire la bobine tout-fil sur la broche nue. Mais les angles d'envidage très ouverts, avec de grandes vitesses, sont pour lui les conditions défavorables et un obstacle à sa généralisation.

Il sera sans doute fort difficile de trouver jamais, par de simples modifications de formes du curseur, une disposition qui satisfasse à la fois et également à toutes les variations que présente l'envidage désirable. Et il est permis de croire que le curseur ordinaire (sauf le cas de canettes de petite mesure et exigeant absolument une broche mince très effilée) restera, par sa simplicité et son exactitude de fabrication, qui permettent de l'obtenir en quantités illimitées à un poids quelconque minime et absolument rigoureux, celui des deux qui sera toujours de beaucoup le plus employé. La tendance bien naturelle, et bien justifiée d'ailleurs, à employer les plus grandes vitesses dont la broche elle-même est susceptible, est en outre une considération importante pour faire préférer le curseur ordinaire dans la plupart des cas, et l'on sait que les broches modernes se prêtent parfois (c'est-à-dire pour quelques-unes) à des vitesses pouvant s'élever à 10 000 et même 12 000 tours par minute.

Nous signalerons à cette occasion l'erreur commise par quelques-uns des auteurs de continus à anneau, au sujet d'une prétendue correction à apporter aux inégalités de torsion que le fil de ces genres de métiers continus présenterait. La principale cause supposée de telles inégalités a toujours été attribuée, précisément, aux renvidages alternatifs sur les diamètres variables de la bobine. Pour 100 tours effectués par la broche, si le curseur a renvidé sur un grand diamètre, il n'a perdu par exemple qu'un tour, s'il a renvidé sur un petit dia-

mètre, il en a perdu par exemple quatre. La longueur du fil constante fournie par les cylindres, pour chaque 100 tours de broches a donc reçu parfois 99 tours de torsion et parfois seulement 96. De là, d'ingénieuses combinaisons, des mieux intentionnées, en apparence, ont été imaginées pour donner aux cylindres un mouvement variable, se ralentissant proportionnellement ou s'accélérant de même, en concordance avec les diamètres relatifs d'envidage correspondants aux instants considérés, pour maintenir de ce chef, dans le fil, une torsion constamment égale. La plupart du temps, on ne s'est pas aperçu que cette prétendue correction va précisément, tout au contraire, fournir les inégalités que l'on désirait éviter, car les irrégularités de torsion ainsi réalisées bien réellement par le métier, dont les cylindres ont un mouvement constant, n'existent cependant dans le fil qu'à titre temporaire. En effet, le fil des bobines des continus à anneaux est toujours destiné à être utilisé par un dévidage en fusant par le sommet, la bobine restant fixe, et non par un dévidage latéral détournant la bobine. Les tours d'envidage n'ayant pas à se défaire par la rotation ultérieure de la bobine, chaque tour d'envidage, perdu en apparence par le curseur pendant le filage, reste en quelque sorte emmagasiné dans la bobine à un état latent qui deviendra apparent ou réel au moment du dévidage en fusant. Ces tours d'envidage se dégageront à ce moment, un à un, se fixant sur le fil, chacun en un tour de torsion réelle, et précisément à la place du fil où il manquait antérieurement, de telle sorte que le fil dévidé et fini comprendra bien effectivement, en tous ses points, la torsion uniforme et complète qu'ont déterminée les nombres constants et effectifs des révolutions de la broche par unité de longueur de fil débité par les cylindres.

LES PROGRÈS AGRICOLES

DEPUIS 1789,

Par M. Éd. LECOUTEUX.

L'étude des progrès de l'Agriculture française, depuis l'inoubliable millésime de 1789 jusqu'au centenaire célébré, à Paris, par l'Exposition universelle de 1889, embrasse une période dont le point de départ nous montre une Agriculture où le tiers des terres labourables restait à l'état de jachères improductives, les deux autres tiers étant occupés par des céréales à faibles et précaires récoltes. Cent ans plus tard, c'est une Agriculture à tout autre aspect. La jachère y tient moins de place. Les fourrages ont pris position sur les terres arables où ils alternent avec les céréales et les plantes industrielles. Les récoltes, provoquées par de plus copieuses fumures, sont plus abondantes, plus variées, moins précaires. Le bétail est plus nombreux, mieux nourri, plus pesant en poids vif et en poids net. Le matériel des instruments et machines s'est ressenti des progrès de la mécanique générale. Le drainage a eu raison des terrains trop humides. Mais l'aménagement des eaux, au point de vue des irrigations, des colmatages et des forces hydrauliques, laisse encore beaucoup à désirer.

Aujourd'hui, on peut dire que tout un nouveau régime agricole a remplacé l'ancien état de choses, soit pour la constitution de la propriété et de la culture, soit pour la condition des populations rurales, soit pour la législation protectrice de la première de nos industries, soit pour les sciences qui s'appliquent à l'exploitation du sol et du bétail, soit enfin pour les gouvernements qui reconnaissent que l'Agriculture, en France, n'est pas seulement la nourricière de l'État, mais qu'elle est la

pépinière inépuisable de nos armées, la base solide de nos finances et de toutes les industries, la force sociale par excellence.

Tout l'atteste. L'époque des chemins de fer et des grandes conquêtes scientifiques est en pleine révolution économique. Et, dans cette révolution, pleine de si gros problèmes, l'Agriculture a déjà joué et doit jouer encore un rôle de premier ordre.

Je vais tâcher de mettre en relief les principaux caractères de cette révolution agricole dont nous devons nous efforcer d'être les continuateurs. Je le ferai, non sans me rappeler que, dans mon enseignement du Conservatoire des Arts et Métiers, il m'est arrivé souvent de prouver, par des chiffres et des faits, que l'évolution commencée avec éclat en 1789, mais préparée par de grands penseurs et des hommes d'État de haut mérite, a été, malgré ses temps d'arrêt, féconde en utiles résultats qui expliquent ses retentissements dans le monde entier.

L'Agriculture doit à la Révolution de 1789 une vie nouvelle. On ne peut oublier que, par elle, nos populations rurales ont cessé d'être taillables et corvéables. Elles ont conquis la liberté du sol et de son exploitation, mais il leur a fallu du temps pour savoir se servir de cette liberté, il leur a fallu du temps et de rudes énergies pour mettre leur profession au niveau des autres professions qui, plus favorisées, devaient bientôt attirer à leur service les forces vives du pays.

Qu'était l'Agriculture à ce moment solennel de notre histoire où tombait l'ancien régime des privilèges? Elle était peu de chose encore et livrait nos populations au terrible danger des disettes alimentaires. Qu'est-elle devenue? une puissance plus instruite, plus écoutée, et d'autant plus écoutée qu'elle n'a pas, en modifiant la célèbre formule de Sieyès sur le Tiers-État, prétendu être tout dans l'État, mais qu'elle a voulu fermement être ce qu'elle mérite d'être, par les intérêts considérables qu'elle met en jeu, par le nombre de ses populations mieux disciplinées, par ses majorités électorales, par son esprit de solidarité avec les autres industries qui l'empêche de rechercher des privilèges dans un pays qu'inspire, qu'entraîne, que vivifie l'esprit d'égalité de 1789.

I. — La production des céréales en général.

De longue date, la France est, par excellence, pays à blé. C'est donc par ses récoltes de blé qu'on peut le mieux apprécier ses progrès agricoles. Chaque année, depuis une vingtaine d'années, sa production de blé gravite autour de 7 millions d'hectares, dont plus de la moitié ne rendent que 9 à 15 hectolitres l'un, tandis que l'autre moitié s'élève à des rendements de 15 à 26 hectolitres. La moyenne générale est de 15 hectolitres. On cite exceptionnellement des récoltes de 30 à 40 hectolitres du poids moyen de 75^{kg} à 80^{kg} chacun. Mais, en somme, sur les 7 millions d'hectares annuellement emblavés en froment, ce sont les froments à petites récoltes qui l'emportent, en 1889, sur les froments à grosses récoltes, par cette raison que le *système des jachères* l'emporte sur le *système des fumures du sol au maximum*, soit avec les fumiers de ferme les mieux confectionnés, soit avec les engrais chimiques.

L'Agriculture à grandes récoltes et l'Agriculture à petites récoltes, voilà donc, dans la France de 1889, deux concurrentes sur le marché où viennent des blés et autres produits de terres d'une valeur foncière, les unes de 3000^{fr} à 4000^{fr} l'hectare, les autres d'une valeur dix à douze fois moindre.

En 1789, la France était en plein dans le *système des jachères* et des assolements où les céréales se succédaient les unes aux autres, et sans alternat de fourrages, sur les terres labourables.

Un siècle après 1789, elle avait introduit les fourrages fauchables, les pâturages, les racines, les plantes industrielles, dans ses assolements. Elle avait défriché des bois et des landes. Son domaine agricole avait augmenté en étendue, et mieux encore en fertilité. Elle nourrissait plus de population et la nourrissait mieux. Il y avait plus de travail, plus d'aisance au village. Les manufactures, les industries de la ville y trouvaient un meilleur débouché de leurs produits. La France était encore, malgré ses progrès, un pays importateur de produits que ses terres et son climat auraient pu lui procurer. Mais ses exportations agricoles commençaient à s'accroître en de notables propor-

tions. Bref, *au système autrefois prépondérant des jachères mortes* avait succédé, dans les plus riches contrées, le système des *fumures maxima* et des *récoltes maxima* avec tous les procédés, tous les perfectionnements qu'il comporte dans l'art d'obtenir du sol *le maximum de produit brut et le maximum de produit net réunis.*

Il n'y a pas que l'Agriculture française qui ait ainsi progressé. L'Europe occidentale s'est accentuée, elle aussi, dans le système de la fumure du sol au maximum. Et ce n'est pas tout. Le Nouveau-Monde est intervenu, non pas avec les coûteux procédés d'exploitation de notre culture intensive, mais avec la mise en œuvre d'un système de culture qui s'est appuyé sur le défrichement de terres presque sans valeur vénale et longtemps cultivables sans engrais. Au delà de l'Atlantique s'est improvisée de toutes pièces une *Agriculture d'exportations* à destination de l'Europe. Et grande fut la surprise, lorsque se rappelant qu'avant 1860, l'exportation des États-Unis, par exemple, n'arrivait pas au milliard de francs, pour les grains et farines, et pour des périodes de cinq ans chacune, on vit tout à coup cette exportation plus que doublée pour la période quinquennale de 1870-75. Rude était une telle concurrence. C'étaient les blés américains qui venaient en masse, avec des prix de revient de 14^fr^ à 15^fr^ l'hectolitre, à quai sur nos ports, lutter avec nos blés à 18^fr^, à 20^fr^. Puis, de toutes parts, d'outre-mer aussi bien que par nos frontières de terre, de l'Amérique du Nord, de l'Australie, du Cap, de la Plata, de Buenos-Ayres, aussi bien que de la Russie, de l'Allemagne, de l'Italie, de la Belgique, de la Suisse, de l'Autriche-Hongrie, apparurent sur notre marché, le maïs, les vins, les bestiaux, les suifs, les peaux, les laines, les huiles minérales, les sucres, les alcools, les soies.

Assurément, il y a là matière à méditation. J'y reviendrai, mais c'est pour mieux préparer les solutions devenues urgentes que je vais, sans plus tarder, examiner de près chacun des systèmes de culture en présence, d'abord le *système des jachères* qui est encore largement représenté sur notre territoire, puis le *système des fumures et des récoltes maxima*, autrement dit la *culture intensive* qui est, sans contredit, l'expression la plus haute de la culture la plus perfectionnée,

celle qui emploie le plus de bras, remue le plus de capitaux, paye les plus gros fermages et les plus gros impôts, consomme le plus de produits manufacturés, captive le plus l'esprit de recherches scientifiques, mais ne peut réussir qu'à la condition de ne pas se faire trop grosse part sur notre territoire, c'est-à-dire de ne pas embrasser plus qu'elle ne peut et ne doit étreindre présentement, par ses bras, ses capitaux, ses débouchés. En troisième lieu viendra le *système des défrichements* dont l'Agriculture américaine est le type le plus expressif. On prédit que cette Agriculture d'épuisement du sol n'a pas d'avenir. C'est possible. Elle a, soyons-en certains, de longues années de jouissance, c'est-à-dire de profits. Elle est dans la période par laquelle a passé la vieille Gaule, au temps de ses forêts druidiques, de ses landes, de ses terres que n'attaquait pas la charrue. En Amérique, cette période a l'immensité territoriale devant elle. Et en attendant qu'elle ait consommé son œuvre de vampire, son œuvre de culture épuisante sans restitution proportionnelle aux engrais naturels enlevés par les récoltes, l'Amérique du Nord peut faire du capital par ses exportations, et avec ce capital, organiser à l'européenne son Agriculture et son industrie. Elle n'a pas fait vœu d'Agriculture épuisante. Sur plusieurs points de son vaste territoire, elle s'est déjà organisée sur de meilleures bases. Donc, ne la traitons pas en rivale négligeable. Tout le vieux monde est intéressé dans cette lutte commerciale où tout un monde nouveau se présente en scène avec des moyens d'action que l'Europe lui a livrés en grande partie et qui, maintenant, lui portent de rudes coups dans l'éternelle bataille des prix de revient et des prix des vente. Pour tout dire, nous avons à vivre désormais sous le régime de la concurrence universelle.

II. — Les céréales dans le système des jachères.

Que si maintenant, après ce coup d'œil d'ensemble sur l'Agriculture générale, telle qu'elle est soumise à la loi supérieure des solidarités économiques d'ordre international, nous voulons serrer la question de plus près, il nous faut spécialiser

notre étude en l'appliquant à chacun des trois systèmes d'exploitation du sol qui se partagent le monde agricole.

Place d'abord au système des jachères biennales ou triennales qui tient encore une si grande place en Europe et même en France.

L'assolement triennal, c'était la division de la ferme en deux parts; la plus grosse de ces parts comprenant toutes les terres labourables qui étaient exclusivement occupées par la jachère en tête de rotation, puis par le froment et enfin par l'avoine; tandis que la plus petite part était occupée par les prairies permanentes. En 1789, cet assolement dominait dans le Nord et le Centre de la France: le Midi préférait l'assolement biennal, *jachère* et *froment* ou bien *maïs* et *froment*. On voit que ces assolements étaient surtout disposés pour la production des céréales, et que, pour nourrir le bétail, alors moins nombreux et moins pesant que le bétail d'aujourd'hui, il fallait le secours de prairies naturelles ou d'un vaste parcours sur les bruyères, dans les bois, dans les pâturages plus ou moins fauchables. Longtemps, on ne cultiva aucun fourrage-racine dans les champs. Aussi, le système tomba-t-il en décadence, aussitôt que le défrichement des prairies et des terres engazonnées rompit l'équilibre nécessaire entre les terres nourrissant l'homme directement et les terres nourrissant directement les animaux de la ferme. Notons ceci, que les fumiers furent, pendant plusieurs siècles, les seuls agents de fertilisation employés par cette Agriculture qui ne possédait pas les engrais chimiques, et nous comprendrons comment, en ces temps-là, la fumure du sol en vue de récoltes maxima était chose inconnue.

La jachère morte jouait un rôle important dans ce système à fumures insuffisantes pour de grosses récoltes. Elle était, par la multiplication des labours et autres façons culturales, un moyen de désagrégation des substances minérales du sol, non moins que de transformation des matières organiques dont elle activait la mise en état de solubilité, d'assimilabilité par les plantes. Par elle, par l'activité imprimée à l'absorption des engrais en terre, on suppléait donc à l'insuffisance des fumures. Par elle, on avait presque toute l'année pour nettoyer la terre, la façonner en temps utile, y conduire les fumiers au

fur et à mesure de leur bonne fabrication. Mais, au point de vue des prix de revient, la jachère triennale et même biennale avait un vice organique : c'était d'imposer aux comptabilités bien tenues l'obligation de charger les récoltes des frais de fermage des terres en repos, ce qui, pour des fermes louées 30fr à 40fr, amenait à imputer 60fr à 80fr au blé de jachère. Rationnellement, ce n'étaient pas les troupeaux paissant sur les chaumes qui auraient pu prendre à leur compte une partie des loyers.

Les mauvaises récoltes n'étaient pas rares, et les prix du froment s'en ressentaient d'autant plus que beaucoup de fermes à céréales n'avaient pas la variété de productions qui, aujourd'hui, les garantit mieux contre les vicissitudes des saisons et des marchés. Les races ovines n'étaient pas toutes infusées de sang mérinos. La laine de leurs troupeaux était grossière et de petit prix. L'année 1817 fut particulièrement terrible. La récolte de l'année précédente avait été très mauvaise. L'invasion du territoire par les alliés avait engendré des maladies contagieuses qui décimèrent le bétail. En juin 1817, l'hectolitre de blé se vendait 45fr et 46fr. C'était un prix de disette. On trouva sur les chemins des cadavres d'hommes morts de faim, l'estomac chargé de luzerne, d'orties, de champignons. Il y eut, comme sous l'ancien régime, la sinistre *guerre des farines* avec ses pillages et ses meurtres.

Pus tard, mais toujours sous l'action prépondérante de la culture triennale, la France connut encore les tristes effets de la cherté du blé. Elle paya l'hectolitre 32fr,08 en juin 1854, 29fr,29 en juin 1855 et 38fr,27 en décembre 1856. Années néfastes que ces années de disette occasionnées par la série de trois récoltes insuffisantes qui se succédèrent coup sur coup, de 1853 à 1855 inclusivement! De tels prix ne faisaient l'affaire ni de l'Agriculture, ni des consommateurs. Et il faut convenir que la jachère morte y fut pour beaucoup.

Le trèfle et les autres fourrages récoltés en vert ou en sec, à la faux ou sur pied, supprimèrent ou réduisirent la jachère morte qui devint *jachère verte*, jachère ensemencée pour nourrir plus de bétail. Ce fut une heureuse amélioration tant qu'on ne fit pas revenir trop souvent le trèfle sur les mêmes

terres; mais ce retour trop fréquent, on parvint à l'éviter par l'introduction de la pomme de terre, du colza, de la navette, dans la sole de jachère que ces plantes se partagèrent avec le trèfle, la minette, la vesce, le seigle coupé en vert. De la jachère morte, il ne resta rien ou presque rien, car ce ne fut que par exception qu'elle se maintint sur les terres fortes, les terres argileuses, les terres qui avaient peu d'aptitude pour les cultures sarclées, et qu'il importait de façonner à leur jour, pour ainsi dire.

Avec les *prairies artificielles* à base de plantes vivaces, luzerne et sainfoin, l'assolement triennal à prépondérance de céréales, prit un nouvel essor. Ce fut son âge d'or. Comme toujours, il y eut des outranciers qui poussèrent si loin le culte de la luzerne et du sainfoin, c'est-à-dire des prairies légumineuses temporaires, qu'ils en vinrent à conseiller le défrichement des prés naturels devenus, disaient-ils, inutiles. C'était aller trop loin et provoquer à bref délai une réaction contre ce genre de défrichement. Toujours est-il que les prairies artificielles, bien équilibrées avec les terres arables, ont réduit notablement le domaine de la charrue, les dépenses de travail, les dépenses de fumier, que nécessite le labourage. Elles ont donc permis, par la réduction des surfaces arables, de concentrer plus de capital sur chaque hectare désormais mieux fumé, mieux façonné, plus productif. On ne saurait en dire trop de bien.

Mais ce n'était pas assez de multiplier les fourrages. Encore fallait-il du bétail pour les consommer avec bénéfice. Or, et ceci n'est pas l'un des traits les moins caractéristiques de l'économie rurale de ce temps où l'assolement triennal n'était pas encore amélioré, la répartition du gros bétail sur le territoire s'était faite, non par éparpillement sur la surface des terres labourables, mais par concentration dans les régions herbagères ou pastorales. Et tout naturellement, telle s'était faite la répartition du gros bétail, telle s'était faite celle du fumier. Ici, des herbages ou pâturages avaient trop ou presque trop de fumier. Là, sur les fermes à labours, manquaient le bétail et ses engrais.

La multiplication des fourrages sur les fermes à labours

modifia de la plus heureuse manière cette mauvaise distribution. Les fermes à labours eurent plus de gros bétail, mais la vérité historique veut qu'il soit avoué que, souvent, le gros bétail, mauvais payeur de fourrages, fut, par cela même, mauvais producteur de fumier trop cher pour les céréales et autres récoltes. Telle ferme, bien à tort classée comme ferme modèle, produisit des fumiers à 20fr la tonne, soit parce que ses betteraves lui revenaient à 25fr et 30fr les 1000kg et les autres fourrages artificiels à l'avenant, soit parce que son bétail, mal vendu, ne pouvait payer ses consommations à de tels prix. De là, cette triste réputation du gros bétail élevé ou engraissé ailleurs que dans les pays de montagnes ou de vallées à plantureux herbages : le gros bétail, disait-on, est une mauvaise *machine à fumier*.

L'introduction du mérinos ouvrit, pour les fermes à labours, pour les terres sèches notamment, une ère toute nouvelle par la prospérité dont elle fut le point de départ sur ces fermes. On sait que, sous Louis XVI, vers 1778, Daubenton et Teissier furent les grands introducteurs et propagateurs de cette race ovine qui, après l'époque troublée de la Révolution, se multiplia avec une rapidité dont l'histoire de nos améliorations agricoles n'offre pas d'autre exemple. Croisée avec plusieurs de nos races indigènes, la race mérinos acquit, à la suite d'une sélection raisonnée entre les béliers et les brebis, des caractères de fixité tels que, maintenant et depuis longtemps, on peut dire qu'il y a un mérinos français. De toutes les récoltes, celle des toisons fut longtemps la plus belle. Elle faisait affluer l'argent dans la ferme, vers le mois de juin, au moment où la ferme avait à faire ses gros déboursés pour les travaux de fenaison et de moisson. Jamais l'Agriculture ne s'était trouvée à pareille fête. De 1800 à 1806, on vendit, sur la bergerie royale de Rambouillet, berceau des mérinos directement importés d'Espagne, des laines au prix de 5fr à 7fr le kilo. De 1797 à 1834, le prix moyen des béliers mis en adjudication publique fut, d'après un tableau dressé à cet effet, de 462fr,16. Des brebis furent payées 700fr l'une, et leur prix moyen, pendant la même période, fut de 183fr,33. En 1825, un bélier fut adjugé, espèces sonnantes, 3870fr et une brebis 650fr. Je cite pour mémoire un bélier qui trouva

preneur en 1795 à 2365fr, mais qui *fut payé en assignats* ayant alors cours forcé.

Certes, voilà de beaux chiffres pour affirmer les premiers succès du mérinos qui apportait tout à la fois l'argent et l'engrais sur des fermes où l'espèce bovine aurait beaucoup moins réussi. En hiver, sauf quelques heures de pâturage par les belles journées, les troupeaux mérinos étaient nourris copieusement à la bergerie avec des racines, du son, du foin, des regains, des pailles d'avoine. Le berger ne leur refusait rien, car il pouvait dire que son troupeau payait largement sa nourriture. Ainsi se forma, dans nos fermes, cette race vaillante de bergers aimant leurs animaux, mais dont il fallut souvent tempérer les ardeurs à dévaliser les greniers, au grand profit de leurs moutons bien aimés.

A partir de la fin d'avril jusqu'au 15 novembre, les troupeaux vivaient et couchaient en plein air. Ils partageaient leur temps entre le parcours des chaumes, des prairies fauchées, des champs semés à leur intention en seigle, en minette, en sainfoin, en escourgeon, et *le parcage* des terres où leurs excréments constituaient, sans litière, un engrais très azoté et phosphaté. Pour cet engrais transporté sur place par le mouton lui-même, il n'y avait donc pas de charroi, et soit pour raison d'économie de litière ou de transport, soit pour raison de valeur fertilisante et de bas prix de revient relatif des excréments, il est facile de s'expliquer comment l'Agriculture d'assolement triennal fit bon accueil à la race espagnole importée par Daubenton. Cette race s'adaptait parfaitement à cette Agriculture qui cherchait à supprimer ses jachères mortes, mais qui, par la vente lucrative des toisons de métis mérinos, trouvait enfin la solution si longtemps cherchée de son problème économique : s'enrichir par le bétail, faire beaucoup de fourrages et les faire consommer par des animaux bons acheteurs et bons payeurs ; obtenir beaucoup de bons engrais à bon marché et, sans réduire l'étendue de ses soles de céréales, augmenter le nombre de ses hectolitres de grains rendus au grenier. Que fallait-il de plus pour que les fermes à moutons fussent les meilleures fermes à céréales? pour que le sol y fût mieux fumé, mieux labouré, mieux travaillé?

Je n'insiste pas. J'en ai dit assez, je crois, pour faire apprécier le rôle considérable que la race ovine mérinos a joué dans les prospérités de l'assolement triennal, soit par elle-même, soit par son métissage, soit par ses croisements avec nos races indigènes dont elle a amélioré la toison. Elle a joué un rôle prépondérant, mais l'importance des services qu'elle a rendus ne saurait nous empêcher de reconnaître l'utilité d'autres races qui n'ont pas eu une aussi brillante réputation et qui, à beaucoup de titres, sont appelées à tirer parti du grand nombre de terres incultes, de jachères, de petites pâtures, de chaumes dont l'heure n'est pas encore sonnée pour la culture intensive. La plupart de nos races ovines se sont perfectionnées au fur et mesure que les fourrages ont envahi les fermes à grains. Présentement, le mouton se trouve aux antipodes du monde agricole. Nous venons de le voir tel qu'il fut surtout au moment où il précipita l'heureuse transformation de l'assolement triennal dans le sens de la production fourragère. Nous le retrouverons à l'état de race améliorée en vue de la précocité pour la boucherie, dans les contrées où l'Agriculture est portée à sa plus haute perfection. S'il est le grand utilisateur des terres pauvres dont il commence l'amélioration, il est aussi le moyen de fertilisation des terres les plus riches où sa taille et son poids s'accroissent en raison de l'abondance fourragère. Enfin, soit dit en quelques mots, il a fait merveille dans les pays lointains, comme l'Australie, le Cap et Buenos-Ayres, où il a été le pionnier de civilisations qui nous donnent du fil à retordre de plus d'une manière, tant elles exportent de laines fines sur le marché européen. Il y a là, n'en doutons pas, un ensemble de causes qui, réunies à celles qui rendent difficiles l'élevage et l'engraissement de toutes les espèces d'animaux, sur les fermes à labour notamment, ne sont pas sans remuer profondément notre économie rurale jusque dans ses anciennes bases les plus solides.

Pouvons-nous compter sur la culture intensive pour vaincre toutes les difficultés du temps présent? Ici encore, consultons l'histoire. Elle nous répondra que la culture intensive fut la plus grande, la plus utile de nos réformes agricoles.

III. — Les céréales dans la culture intensive basée sur le fumier.

La culture intensive est essentiellement basée sur les fumures maxima à l'effet d'obtenir des récoltes maxima. Son histoire comprend deux périodes, la première où elle n'emploie que *les fumiers de ferme*, la seconde où elle emploie, avec ou sans fumiers, *les engrais chimiques*. Ses récoltes comprennent les fourrages, les céréales, les plantes industrielles, toutes récoltes dont elle porte les rendements à ses plus hautes limites. Ses capitaux d'exploitation montent à 800fr et 1200fr, par hectare. Sa formule financière, c'est que, plus elle dépense, par hectare, jusqu'aux limites nécessaires pour atteindre le maximum de produits en quantité, qualité et valeur argent, plus elle abaisse ses prix de revient et augmente le taux de ses profits.

C'est après les longues guerres du premier Empire, alors que notre population atteignait son maximum d'accroissement annuel de 200000 âmes par an, que la culture intensive se dessina largement en France. Je dis *largement*, non sans dessein, parce que, de plus vieille date, elle avait eu pour berceau la Flandre où d'habiles praticiens ont donné au monde entier, avec un entrain vraiment prodigieux, de si bons exemples de culture très perfectionnée. Non pas que les opulentes récoltes de la Flandre fussent le fruit de *terres promises*. Ces terres doivent, en premier lieu, leur fertilité aux libertés locales dont leurs habitants ont su jouir sagement, à l'opposé de populations qui cherchaient, ailleurs que dans l'Agriculture, les moyens d'aisance et d'indépendance. Montesquieu pensait à la Flandre lorsqu'il a émis cette idée qui n'a pas fait tout le chemin qu'elle méritait de faire, à savoir que les pays sont cultivés plutôt en raison de leur liberté que de leur fertilité. Les Flamands ont mis en pratique, sur le terrain, ce que Montesquieu a si bien écrit dans ses livres. Libres, très actifs, sachant profiter des ressources créées à leur portée par les huileries et les industries manufacturières, ils ont, par les prodiges de la petite et de la moyenne culture, installé un ensemble cultural

où le lin, le colza, les racines, les raves en récolte dérobée, se sont alliés aux céréales dans un assolement triennal des mieux pondérés, au point de vue de l'accroissement rapide de la fertilité du sol, du haut rendement de toutes les récoltes, de la copieuse nourriture du bétail et de l'argent provenant de recettes plus fortes que les dépenses. On vante les Chinois pour leur habileté à utiliser l'engrais humain. Il faut voir à l'œuvre les Flamands pour savoir qu'ils ne sont pas moins habiles dans la manipulation de ce genre d'engrais. Nulle part ailleurs, il n'est plus vrai que tout vient de la terre et que tout y retourne. Un auteur, M. Cordier, a décrit de main de maître cette culture flamande, type de perfection par ses labours, ses fortes fumures où les tourteaux, les engrais liquides de haute richesse viennent compléter les fumiers et les engrais humains. M. Cordier a fait ainsi un livre qui restera classique, car on ne le consultera jamais trop pour bien cultiver à la manière flamande, sur des fermes de moyenne étendue et dans les milieux naturels et économiques qui, seuls, la rendent possible et profitable.

Pratiquée sur de grandes exploitations rurales, la culture intensive ne nous présente guère de types ayant réagi sur leur époque et comme tels devenus historiques, que sur les fermes de Roville et de Grignon, fondées, en 1823 et 1827, par Mathieu de Dombasle et Auguste Bella. Un ministre du premier empire, François de Neufchateau, avait, il est vrai, soumis à l'Empereur un projet d'école d'Agriculture à établir sur le vaste domaine de Chambord, près Blois. Dans les idées des agronomes de ce temps, la culture intensive eût certainement joué un rôle important dans cette création. Mais l'Empereur, après avoir examiné le proje de son ministre, avait tout aussitôt conçu l'idée, non pas d'organiser une école d'Agriculture, mais de profiter des belles constructions de Chambord pour y installer une caserne. C'était alors l'esprit du jour, ou plutôt du maître qui présidait aux destinées de la France. L'Agriculture ne venait qu'en arrière-garde. Et pourtant, François de Neufchateau a été l'un des ministres qui l'ont le plus aimée et bien servie !... Chaptal, un autre ministre de Napoléon Ier, était de cette trempe. L'histoire de la culture

intensive ferait preuve d'ingratitude si elle ne mentionnait pas Chaptal comme l'homme d'État, grand chimiste, qui favorisa les premiers pas de la sucrerie de betteraves, en France où elle a conquis une si haute situation. On ne peut oublier qu'en 1811, il n'y avait, sur notre territoire, que deux cents fabriques produisant ensemble 3400 tonnes de sucre indigène, tandis qu'en 1883-1884, la production annuelle était montée à 450 000 tonnes (450 000 000 kilos).

Il n'est donc pas étonnant qu'ainsi provoquée par le prodigieux développement des fabriques de sucre de betterave, non moins que par l'extension de la distillerie et par les besoins alimentaires du bétail, la culture de la betterave ait exercé une influence considérable dans la substitution de la culture alterne à la culture triennale basée sur la jachère morte. Le tiers des terres labourables autrefois soumises au repos triennal ne suffisait plus à la production fourragère qui demandait plus de place au soleil. Et comme on tenait, en ce temps-là, le bétail pour le producteur par excellence de la masse d'engrais nécessaires à la culture intensive, il s'ensuivait que, pour entretenir, sur chaque hectare de la ferme, une tête de gros bétail produisant annuellement 9000^{kg} à 10 000^{kg} de fumier, on reconnut la nécessité de consacrer au moins la moitié des terres labourables à la production des fourrages, l'autre moitié restant disponible pour les céréales et les plantes industrielles. La moitié des terres labourables en fourrages, ce n'était qu'un minimum qui supposait des terres déjà très fertiles, car il fallait que chaque hectare de fourrages nourrît deux têtes de gros bétail, du poids vif de 400^{kg} chacune, c'est-à-dire produisît, selon les formules de la nouvelle école, un équivalent de foin de 9000^{kg}. On ne pouvait espérer une production aussi élevée que des fourrages de très haut rendement. Aussi, le plus souvent, fut-il nécessaire d'annexer aux assolements un certain nombre d'hectares de prairies artificielles et de prairies naturelles qui permirent de réaliser, quant à la production du fumier, la célèbre formule : *une tête de gros bétail par hectare.*

On appela *culture alterne*, cette culture dans laquelle les racines, les fourrages, les céréales, les oléagineuses et autres plantes industrielles se succédaient à tour de rôle dans les

assolements plus ou moins réguliers, dits *alternes*. Eu égard à la culture avec jachères, cette culture fut jugée très intensive pour l'époque, car elle agissait avec de plus puissants moyens d'action sur le sol et, en outre, elle obtenait de plus grosses récoltes. Mais en 1823, année de la fondation de la ferme exemplaire de Roville, dans la Meurthe, elle n'employait guère que du fumier, et ce n'est que vers 1840 que, sous l'active propagande de Liébig, les engrais chimiques vinrent lui apporter un concours qui rendit le bétail moins obligatoire, en tant que producteur de fumier. La culture intensive n'en devint que mieux armée. On ne tarda pas à comprendre que l'engrais chimique était son allié, et non son ennemi, ou, en d'autres termes, que les engrais chimiques arrivaient pour partager la place avec les fumiers, et non pour les chasser de positions laborieusement conquises.

Nous voici donc en présence d'une date historique pour l'Agriculture à récoltes maxima. Mathieu de Dombasle fonde, en 1823, sa ferme de Roville où les principes de la culture alterne à grosses fumures passent de la littérature agronomique dans la phase des applications sur le terrain. L'Agriculture est en possession des racines, des prairies artificielles, des plantes industrielles, d'espèces variées de fourrages fauchables annuels ou bisannuels. Il s'agit d'assigner à chacune de ces plantes ses proportions et son ordre de succession. On peut dès lors entrer dans le régime des assolements et des rotations méthodiques. Ce sera l'honneur de Mathieu de Dombasle d'avoir donné le signal de cette importante réforme, dont les principaux objectifs étaient la suppression de la jachère morte, l'accroissement du rendement des récoltes, la multiplication du bétail et de ses fumiers et, très souvent, l'amélioration du sol par les labours profonds et la prépondérance accordée aux fourrages dans les assolements ou en dehors des assolements. On pourrait citer des agronomes qui, en France, ont précédé dans ce programme de réformes le fondateur de Roville, on n'en trouvera pas qui l'aient égalé sur le terrain dans le domaine de la grande culture. Ce n'est qu'en 1827, quatre ans après la fondation de Roville, qu'Auguste Bella s'est mis à l'œuvre à Grignon, non loin de Versailles. La priorité appartient donc à

Roville, mais les deux fondations ont de tels points de ressemblance que, pour éviter des redites, je vais les réunir dans une même étude où je ne manquerai pas de signaler ce qui est spécial à chacune d'elles.

Roville et Grignon résument deux types de culture intensive où les fourrages fauchables et les racines ont joué, quant à l'étendue des terres occupées, le principal rôle. De part et d'autre, on visait la production de fumier voulue par la formule alors très en vogue, *une tête de gros bétail par hectare*. A cet effet, les cultures des deux fermes se distribuaient ainsi sur chaque centaine d'hectares de terres et prés permanents :

	Roville.	Grignon.
Terres à froment et plantes industrielles..	43	33
Terres à fourrages, avoine comprise......	57	67
	100	100

La jachère était proscrite. C'était un article du Coran agricole de l'époque, à ce point que le bail de Roville l'interdit au fermier, c'est-à-dire à M. de Dombasle qui, pourtant, jugea nécessaire, non sans raison, de la rétablir. A Grignon, on fut plus absolu. La jachère ne revint jamais dans l'assolement, ni à côté de l'assolement : chaque année porta sa récolte. Et tandis qu'à Roville les fourrages n'occupaient que 57 pour 100 de la totalité du domaine, ils atteignirent à Grignon la proportion de 67 pour 100. La progression du bétail et du fumier fut nécessairement proportionnelle à l'abondance des fourrages. Elle fut plus accentuée à Grignon qui disposait d'un capital de 1000^{fr} par hectare à l'opposé de Roville où le capital fut constamment insuffisant pour le système cultural qu'il devait soutenir.

Il est juste de reconnaître que, venue la dernière, la ferme de Grignon avait, de ce fait, un avantage sur la ferme de Roville. Grignon se trouvait ainsi en présence d'un type cultural assez installé pour qu'on en vît les côtés faibles et les côtés forts. Mathieu de Dombasle l'a dit lui-même : le côté faible de son entreprise, ce fut l'insuffisance du capital qui ne dépassa jamais 300^{fr} par hectare, de sorte que l'illustre agronome, dé-

sireux qu'il était de montrer la supériorité de la culture alterne, resta constamment l'esclave de sa terre, au lieu d'en être le maître. En cela, il partit de cette idée malheureuse que, pour ne pas effrayer les fermiers de son temps, il ne fallait pas leur offrir le spectacle d'une culture à coup d'argent, mais le spectacle plus instructif d'une culture qu'ils auraient pu adopter, sans augmenter trop vite leurs avances au sol. Mathieu de Dombasle se fit donc fermier à petit capital, c'est-à-dire qu'il embrassa plus qu'il ne pouvait étreindre par ses moyens d'action. Mais il était homme de bonne foi, et tout aussitôt qu'il reconnaissait une de ses erreurs, son plus vif désir était de la faire connaître pour en préserver l'Agriculture dont il cherchait à mériter la confiance entière. Il fut, à cet égard, un apôtre dans toute la force du terme. Nul plus que le fondateur de la ferme et de l'école de Roville n'a contribué à la vulgarisation des bons instruments agricoles, des labours profonds, de l'alternat des récoltes, de la comptabilité.

Ainsi mis en garde par son devancier, Aug. Bella voulut à Grignon la culture intensive avec toutes ses conséquences financières, ce qui veut dire avec un capital de 1000^{fr} par hectare. Son système cultural fut basé sur l'*amélioration* du sol par l'approfondissement de la couche arable, les grosses fumures, le rigoureux alternat des racines, des fourrages fauchables, des céréales, des plantes oléagineuses et l'annexion de prairies artificielles et naturelles en dehors d'assolement. Son objectif suprême fut d'entretenir environ 400^{kg} de bétail vivant par hectare en culture, les bois exceptés. De là, une forte prédominance des fourrages sur les autres récoltes, puisque, je le répète, les deux tiers de la surface cultivée furent consacrés à la nourriture des animaux de travail, de la vacherie, de la bergerie, de la porcherie. Quant au bétail, il consista surtout en vaches laitières soumises à la stabulation la plus absolue, car, à Grignon, le bétail était plutôt une *machine à fumier* qu'un *moyen de profit direct.* On fit beaucoup de fumier. Seulement il ne coûta pas moins de 14^{fr} les 1000^{kg} au moment de la mise en terre.

Il est certain que la ferme de Grignon augmenta ses rendements de récoltes au fur et à mesure de ses accroissements

de fumier. Il est certain qu'elle eut, par hectare, des récoltes de 25 à 30 hectolitres de blé, de 60 hectolitres d'avoine, de 40 hectolitres de colza, de 300 hectolitres de pommes de terre, de 8000^{kg} de trèfle sec en deux coupes. Mais tel fut son malheur, tel fut son grand vice organique. Son bétail ne fut pas du bétail à profit et son fumier fut obtenu trop chèrement pour que le résultat financier de tout l'ensemble cultural fût ce qu'il aurait dû être, eu égard aux capitaux engagés, eu égard surtout à cette circonstance que le fermage, au lieu d'être acquitté annuellement en argent, était acquitté à longues échéances et sous forme d'améliorations foncières. Il n'y a pas beaucoup de propriétaires qui se contenteraient de cette absence de revenus en espèces sonnantes. Sous ce rapport donc, la démonstration de Grignon a laissé quelque peu à désirer, car la culture améliorante doit faire cette double preuve, qu'elle concilie les intérêts du fermier et ceux du propriétaire.

Il faut, de l'histoire de Grignon, type de l'Agriculture savante de son époque, dégager cette haute leçon, à savoir que, sur les fermes où la moitié, parfois même plus que la moitié des terres nourrit du bétail en perte ou, ce qui revient au même, du bétail produisant du fumier à trop grand prix de revient, il est indispensable que les terres dont les produits sont directement réalisés en argent donnent de très gros bénéfices pour faire compensation aux petits profits, sinon aux pertes des terres en culture fourragère, alors surtout que l'état de faible fertilité du sol ne peut aboutir qu'à de petites et coûteuses récoltes fourragères. Vainement, la comptabilité accusera-t-elle un rendement de 10 pour 100 des capitaux consacrés à la production des récoltes de vente, ce rendement ne sera plus que de 5 pour 100 pour le capital général d'une ferme où la moitié des terres livrera ses produits fourragers à du bétail ne donnant ni profit ni perte. Ainsi fonctionnèrent, au temps de Roville et de Grignon, beaucoup de fermes à labours et à nombreux bétail. On y fit beaucoup de fourrages et beaucoup de fumiers, mais pas beaucoup de bénéfices. La justice veut qu'on reconnaisse à leur décharge qu'en ce temps-là, l'exploitation des animaux de la ferme, sinon celle des bêtes à laine, n'était pas aussi bien entendue, aussi lucrative qu'elle le devint plus

tard. Toujours est-il que Roville et Grignon resteront, dans l'histoire de l'Agriculture à fumures maxima *par le fumier de bétail*, deux magnifiques spécimens, deux types de perfection culturale de leur époque. Montrer leurs côtés faibles, ce n'est pas méconnaître le talent de leurs organisateurs, c'est mettre en lumière un état de choses qui ne se prêtait pas au succès d'une culture intensive comme celle qui dispose actuellement de nos moyens d'action.

Un autre type d'Agriculture à coup de fumier doit être signalée ici. Nous le trouvons sur la ferme de Bechelbronn que l'illustre Boussingault fonda, vers 1830, en Alsace, à l'instar des fermes de Roville et de Grignon, mais avec cette différence que, sur cette ferme de Bechelbronn, la production fourragère fut encore plus étendue, et que tout, dans les champs, comme dans les étables, fut soumis au contrôle du laboratoire de chimie dirigé par Boussingault lui-même, le fondateur de la *Science agronomique* en Europe.

Quelle a été la grande leçon donnée par Bechelbronn, où l'analyse chimique joua un rôle de premier ordre sous l'impulsion de Boussingault et Payen, l'un et l'autre professeurs au Conservatoire des Arts et Métiers?

C'est que le bétail, par cela même qu'il s'assimile une partie de la substance des fourrages qu'il ingère, ne peut reproduire dans ses déjections que ce qu'il n'a pas retenu dans son organisme. Donc le bétail est *destructeur d'engrais*. Donc il ne peut suffire à la fertilisation du sol, puisque, par ses engrais, il ne restitue qu'une partie des matières que le sol lui a fournies à l'état de fourrages. Donc il est impossible d'obtenir à la fois, par le fumier produit sur une ferme, et l'amélioration du sol et des récoltes maxima. Roville, Grignon et Bechelbronn, pour ne citer que les fermes de la plus haute réputation, ont échoué dans cette tentative. Il était réservé à l'Agriculture par les *engrais chimiques, avec ou sans fumier*, d'élever à son apogée l'*Agriculture à récoltes maxima*, car c'était seulement avec le secours des engrais chimiques que la restitution au sol pouvait être complète.

IV. — Les céréales dans la culture intensive basée sur les engrais chimiques.

Il est évident que le fumier a été et est encore un très grand facteur de la culture intensive, mais depuis que Boussingault a signalé le bétail comme un véritable destructeur d'engrais, dans une certaine mesure qui en limite le rôle comme auxiliaire de la production des récoltes maxima, l'intervention des engrais chimiques a fait entrer la culture intensive dans une phase qui lui crée une place à part dans l'histoire des systèmes de culture. On peut dire, quant à présent, qu'il n'est pas de récoltes maxima possibles sans engrais chimiques entretenant le sol en état constant de matières suffisantes pour l'obtention de hautes récoltes. A ce point de vue, le fumier est un engrais incomplet. Il ne peut restituer au sol tous les éléments que le bétail a prélevés sur les fourrages qui l'ont alimenté.

C'est de 1840 que date le mouvement agricole qui a signalé le prodigieux essor de l'emploi des engrais chimiques. Le nom de Justus Liébig est à jamais attaché à cette importante réforme, et notre Boussingault a suivi de si près Liébig sur ce terrain de l'Agriculture scientifique entrevue par le génie précurseur de Lavoisier, que c'est justice d'associer ces trois noms dans un même hommage de reconnaissance envers les hommes de science qui les ont portés si vaillamment. Liébig alla peut-être trop loin dans ses attaques contre la doctrine du fumier et de l'humus. Mais, pour peu qu'il soit tenu compte des non moindres exagérations de l'opinion, alors exclusive, contre laquelle il eut à lutter, il faut, maintenant que nous pouvons apprécier avec plus de calme les deux doctrines, celle du fumier et celle des engrais minéraux, savoir ce qu'il y a à prendre et à laisser dans l'une et l'autre. L'heure de l'éclectisme est arrivée pour notre génération. Nous sommes mieux placés pour juger le rôle de tous les engrais, quelle que soit leur origine. Pour nous, peu importe la provenance. Nous recherchons les engrais qui, à égalité d'effets utiles, coûtent le moins cher eu égard au prix des produits qui en dérivent.

Deux grands expérimentateurs, MM. Lawes et Gilbert, méritent aussi la reconnaissance de l'Agriculture, à raison de leur démonstration expérimentale à Rothamsted et de la publicité qu'ils ont donnée aux résultats de leurs minutieuses et savantes recherches sur les engrais chimiques comparés au fumier.

M. Georges Ville a, chez nous et à l'étranger, de belles pages dans l'histoire de la théorie et de l'application des engrais chimiques. Sa formule, *engrais chimiques, céréales et plantes industrielles*, qu'il a cherché à substituer à l'ancienne formule, *fourrages, bétail, fumier, céréales*, lui a valu d'être conduit à rectifier son tir contre le fumier qu'il avait tout d'abord trop proscrit de la culture intensive. Emporté, comme beaucoup de novateurs, par les ardeurs de la lutte, il n'a pas tardé à déclarer que le problème des fourrages, du bétail, du fumier et des engrais chimiques devait être un problème à solutions variables selon les milieux naturels et les milieux économiques, et qu'il fallait se servir des engrais chimiques pour faire, en vue du profit, ou des fourrages, ou des céréales, ou toutes autres récoltes.

Est-ce concession à ce qu'il appelle les préjugés de son temps? est-ce adoucissement de sa doctrine initiale? je ne veux pas pénétrer dans ces mystères, et je crois volontiers qu'un très grand avenir est réservé aux engrais chimiques. Ils ne nous enchaînent plus, comme le fumier, en esclaves de la pratique des assolements dominés par la loi suprême de l'entretien de la fertilité du sol, loi qui nous obligeait à combiner savamment les proportions entre les fourrages dits *améliorants* et les récoltes dites *épuisantes*. Maintenant, le fumier est moins obligatoire et nous savons, par Boussingault et ses émules, que le bétail étant un *destructeur d'engrais,* il faut compléter le fumier par des substances minérales et azotées qui lui manquent et qui manquent dans le sol.

Nous savons surtout que ce qui, le plus souvent, est en déficit dans le sol ou dans les fumiers, et ce qui coûte le plus cher à procurer aux récoltes, *c'est l'azote*. Et pour nous aider dans cette œuvre de restitution à la terre, nous possédons de nombreuses analyses de plantes, de sols et d'engrais de toute provenance agricole ou industrielle. C'est énorme pour établir,

mieux que par le passé, la statique, la teneur de nos récoltes et des engrais qui leur sont nécessaires. Hommage soit donc rendu à la Science qui nous a procuré de telles connaissances qui marquent une différence profonde entre l'Agriculture plus ou moins empirique du passé et l'Agriculture scientifique d'aujourd'hui !

Un système cultural est sorti de toutes pièces des recherches de la Science, c'est la *sidération* proposée par M. Georges Ville. La sidération, d'après son auteur, c'est l'utilisation au maximum de toutes les forces naturelles, et notamment de la chaleur versée par l'astre des astres, le Soleil sans lequel la vie ne saurait être, ni chez les plantes, ni chez les animaux, l'homme compris. M. Ville reproche à l'Agriculture de n'utiliser qu'une infime partie de cette chaleur, de cette force gratuite qui nous vaudrait des prodiges d'abaissement du prix de revient de tous les produits de la terre. Il dit que nous pourrions, grâce à la chaleur solaire, emmagasiner dans certaines plantes, des quantités considérables d'azote conquis, sans bourse délier, sur l'atmosphère, source inépuisable de cette précieuse substance que nous procurent chèrement les meilleurs engrais. Ces plantes assimilatrices, accumulatrices d'azote atmosphérique, ce sont les légumineuses, le trèfle entre autres qui serait le *nec pluribus impar*, le *primus inter pares*. Il suffirait donc d'enfouir le trèfle comme engrais vert, pour n'avoir plus besoin de demander l'azote de nos récoltes aux engrais, au fumier que nous achetons ou produisons actuellement à prix d'argent trop élevé. Le champ de trèfle serait la fosse à fumier du nouveau système. La restitution au sol ne consisterait qu'en substances minérales, phosphate, potasse, chaux, magnésie, etc.

Assurément, les horizons agricoles de M. Georges Ville sont aussi vastes que séduisants. Je dois me borner à les entr'ouvrir pour ne rien omettre dans l'histoire des tentatives faites par la Science, à l'effet d'augmenter notre puissance de production. Il y aurait ingratitude à passer sous silence les travaux de M. Ville qui ont caractérisé les deux phases de la doctrine des engrais chimiques, la première, dans laquelle ces engrais ne visaient qu'à remplacer ou compléter le fumier, pour son

azote et sa partie minérale, la seconde, encore naissante, où l'atmosphère fournit l'azote à meilleur marché qu'ils ne peuvent le faire, et où, par conséquent, les engrais chimiques ne sont plus qu'une source de restitution minérale.

La culture de la betterave à sucre ou à alcool a été pour beaucoup dans la propagation des engrais chimiques et de la culture intensive. Le fumier ne suffisait plus à cette admirable plante. Ses cultivateurs s'adressèrent d'abord au guano du Pérou, engrais riche d'azote et de phosphate. Bientôt l'industrie leur offrit ses engrais concentrés de haut titrage. Ils firent bon accueil aux nouveaux venus qui leur permirent de réduire les énormes doses de fumier employées jusque-là, à raison de 60 000^{kg} et 80 000^{kg} par hectare. Ce fut comme une révolution dans l'aménagement des engrais. La région des betteraves devint une région à part, région remarquable par les perfectionnements de tous genres qu'elle apporta dans l'exploitation et l'amélioration du sol, ainsi que dans l'engraissement du bétail nourri à la pulpe de sucreries et de distilleries. Jamais l'Agriculture intensive n'avait eu plus vaste et plus magnifique théâtre d'opérations. Jamais la culture des céréales n'avait atteint de plus hauts rendements. Jamais culture n'avait employé tant de bras et de capitaux, tant de machines, ni payé de plus gros fermages et de plus gros impôts. Nos départements du Nord avaient trouvé la corne d'abondance. Le sucre et l'alcool, ce n'est pas trop dire, firent pousser des blés à 30 et 40 hectolitres par hectare. Ce ne fut pas l'un des moindres bienfaits de la betterave de venir à temps pour remplacer le colza dont les rendements étaient notablement diminués par les ravages de l'altise, tandis que, d'autre part, l'importation des huiles minérales lui faisait rude concurrence.

Tout à coup, vers 1876, la riche culture de la betterave périclita, et avec ses détresses, vinrent toutes les autres causes de désastres qui affligèrent nos meilleurs pays de culture et firent leur tour de France. C'était la crise agricole avec son sinistre cortège de causes engendrant fatalement, et par de funestes coïncidences, la crise industrielle, la crise financière, le chômage et la mendicité.

D'où venaient donc tous ces fléaux? et lorsque la plus avancée de nos Agricultures, celle qui avait, de longue date, employé les meilleurs intruments, les meilleurs ouvriers, les meilleurs engrais, les meilleures semences, les meilleurs sytèmes. d'assolement, les meilleures races de bétail, les meilleurs conseils de la Science, était ainsi frappée dans ses revenus, fermages et salaires, n'était-il pas rationnel de se demander comment, ailleurs, sur notre territoire, une Agriculture moins bien outillée et préparée, résisterait à pareilles secousses?

On le sait par expérience. La crise commencée en 1876 peut être l'un des effets de fatalités atmosphériques, de mauvaises récoltes, de maladies végétales. Mais ce qui en a été la cause prépondérante, c'est la baisse du prix des produits agricoles provoquée par la concurrence de nations déversant sur notre marché leurs laines, leurs bestiaux, leurs huiles, leurs alcools, leurs maïs, leurs grains de toutes sortes, et cela à des prix de revient inaccessibles à notre Agriculture la plus perfectionnée. Quand une telle Agriculture a souffert, il ne faut pas s'étonner que la crise ait fait tant de ravages dans la France entière où tout n'était pas pour le mieux.

Un enseignement doit nous rester, pour nos populations ouvrières. *Elles ont manqué de travail à la ferme comme à la fabrique.* Elles ont manqué de salaire. Et chose admirable, ce qu'elles ont demandé, ce n'était pas du pain, ce n'était pas *la vie à bon marché*, c'était le moyen de vivre en travaillant. Elles ont compris que les fermiers et les fabricants ne pouvaient, pour cause de produits mal vendus, leur donner le travail qui aurait augmenté leur faculté d'acheter, de faire acte de bons producteurs et de bons consommateurs. J'ai vu de près cette situation. J'ai vu des troupes de mendiants dans la force de l'âge, circuler sur les grandes routes, tendre la main à l'aumône, mettre à de dures épreuves l'hospitalité de la ferme. On ne saurait trop plaindre de pareilles misères si courageusement supportées. On ne saurait trop vite aviser à en prévenir le retour, et reconnaître trop vite aussi que tout va quand va le travail des champs et de la ville.

Qu'a-t-on fait pour sortir de ces crises l'Agriculture du Nord?

On a cherché surtout à ramener la prospérité dans l'indus-

trie sucrière. Jusque-là, l'État avait perçu l'impôt sur le sucre, à raison de sa richesse saccharine constatée dans l'usine, de sorte que la culture livrant à la fabrique ses betteraves au poids brut, quelle qu'en fût la teneur en sucre, s'appliquait à produire le plus de poids brut, par hectare. Récoltait-elle, par exemple, 40 000^{kg} vendus 20^{fr} le millier, c'était, par hectare, un produit brut de 800^{fr}. En ce temps-là, la betterave à grand poids brut ne rendait que 4, 5 et au plus 6 pour 100 en fabrique française, mais il advint bientôt que les sucres allemands, provenant de betteraves plus riches, firent une telle concurrence aux nôtres qu'il fallut reviser notre législation sucrière et substituer à *l'impôt sur le produit fabriqué* qui désintéressait la ferme aux dépens de l'usine, *l'impôt sur la matière première, c'est-à-dire sur la betterave*, qui intéressait la ferme à produire des betteraves rendant en sucre à peu près le double des anciennes variétés cultivées, mais qui devait engager, en même temps, la fabrique à faire participer l'Agriculture aux bénéfices de cette substitution de la betterave riche à la betterave pauvre et encombrante pour les appareils de l'usine. La législation sucrière de 1885 a été une véritable loi de salut et pour l'industrie et pour l'Agriculture. Il n'était que temps de produire, sans perte d'argent, des betteraves à rendement de 8 à 10 pour 100, au lieu de betteraves qui ne rendaient que 5 à 6 pour 100.

La distillerie agricole des betteraves a été la sœur cadette de la sucrerie indigène. Née vers l'année 1847, lors du ravage de l'oïdium dans les vignobles et du décret qui exemptait de droits les eaux-de-vie employées dans l'alcoolisation des vins de huit départements du Midi, la distillerie de betteraves a passé, de 1852 à 1882, d'une production de 16 000 hectolitres, à une production de 556 056. Et, tandis que l'hectolitre d'alcool s'était vendu, de 1847 à 1851, 47^{fr} à 60^{fr}, il montait à 131^{fr} en 1852, puis à 215^{fr} en 1853. C'était, pour l'alcool de betteraves, un lucratif prix de vente que le prix de ces temps où il trouva, tout à coup, le débouché que lui ouvrait le *vinage* des vins faibles du Midi. Il n'était plus nécessaire de brûler ces petits vins pour accroître le degré des autres vins du cru. On alcoolisait les uns et les autres. C'était tout profit

pour le Midi comme pour le Nord. Un homme modeste entre tous, M. Champonnois fut le grand initiateur de cette belle industrie de la *distillerie agricole* opérant sur la betterave, industrie rurale, par excellence, en ce qu'elle n'avait pas besoin de prendre les allures manufacturières de la sucrerie. La distillerie, type Champonnois, est restée une annexe de la ferme, industrie faisant beaucoup avec un petit matériel très simple, avec un capital qui n'avait pas à faire appel aux actionnaires. Elle a surtout versé des pulpes dans les fermes qui, productrices d'alcool, sont devenues fermes à grands engraissements de bœufs et de moutons, fermes disposant de masses d'excellent fumier, accroissant tous leurs rendements, y compris le rendement du capital, et ne négligeant rien pour acquérir les engrais chimiques, les instruments perfectionnés, les semences les plus prolifiques.

Mais tant de mérites devaient contribuer à multiplier les distilleries, jadis si prospères dans leur lune de miel. En 1888, l'hectolitre d'alcool était tombé à 46^{fr}, et il supportait un impôt de consommation dé 157^{fr} qui, à Paris, s'élevait à 206^{fr}, le droit d'octroi compris. C'est qu'un concurrent redoutable, le maïs américain, qui pousse là-bas mieux que le blé pourtant, si écrasant sur notre marché, s'était montré. C'est qu'on avait, en outre des distilleries de pommes de terre, de seigle, de fruits, organisé près de nos ports de mer, des distilleries de maïs exotiques, tant et si bien que le malheureux alcool de betterave ne pouvait résister qu'à la condition, non pas d'opérer sur des racines riches d'alcool mal vendu, mais sur des racines riches de pulpes mieux payées par le bétail, quand le bétail lui-même donnait quelques profits.

En d'autres temps, la pomme de terre avait servi d'excellent pivot à la culture intensive. La maladie de ce tubercule en 1845 lui a fait perdre beaucoup de terrain comme plante à fécule. Il n'est pas jusqu'au maïs, concurrent des distilleries agricoles, qui ne l'ait atteint pour la fabrication de la fécule, du glucose, de l'amidon. Le colza a reculé devant les huiles de plantes méridionales plus oléifères et devant les huiles minérales. L'alizarine a chassé la *garance*, cet ancien trésor de la Provence. Mais la betterave nous reste et la petite culture des arbres

fruitiers, des fleurs, des légumes est debout, plus florissante que jamais, sans compter que de savantes recherches, comme celles de M. Aimé Girard, du Conservatoire des Arts et Métiers, sur la pomme de terre industrielle, nous ménagent des surprises qui nous aideront à reconquérir les positions perdues, et mieux encore assurément.

Le maïs a-t-il, dans la culture intensive du Midi, l'importance que devrait lui assurer son emploi comme plante alimentaire de l'homme et du bétail, et comme plante industrielle?

Je ne le crois pas. Il y a longtemps que cette plante farineuse remplit, dans l'assolement méridional des terres fraîches du Midi, le rôle de plante sarclée préparant admirablement le succès du blé. Il y a longtemps que le maïs et le blé, bien cultivés, donnent, par hectare, un maximum de matière alimentaire qui n'a été jamais dépassé dans les meilleurs assolements du Nord. Il est certain qu'appliqués à la culture du maïs, surtout dans les contrées méridionales qui manquent de fumier et ne redoutent pas trop les sécheresses, les engrais chimiques procureraient des opulences de récoltes qui changeraient la face des choses agricoles dans ces pays. Tout porte à croire, dans cet ordre d'idées, que le maïs traité, en partie comme récolte farineuse, en partie comme fourrage vert consommé jour par jour, en partie comme plante d'ensilage pour la nourriture du bétail en hiver, est une de ces plantes d'avenir dont l'Agriculture méridionale est appelée à tirer meilleur parti que par le passé. Il est vrai que la question du maïs sera, dans beaucoup de plaines, une question d'irrigations dont le Piémont et la Lombardie nous présentent de magnifiques spécimens. Mais, on a tant fait pour le Nord qui, certes, le méritait à de nombreux égards, que la justice distributive nous commande de doter enfin le Midi d'un régime d'aménagement des eaux qu'il réclame depuis longtemps. Le comte de Gasparin, l'un des grands agronomes de ce siècle, l'a dit, avec faits à l'appui de son opinion : l'une des premières conditions de succès de la culture intensive dans le Midi, c'est l'arrosage, c'est l'irrigation.

Au centre de la France, là où la betterave ne trouve ni assez de terres fertiles, ni un ciel assez exempt de sécheresse, ni

assez de bras, *l'ensilage du maïs* a été, depuis quelques années, l'un des meilleurs moyens d'installer une culture fourragère de haut rendement. Je lui dois d'avoir pu, sur une partie de mon domaine de Sologne, adopter une *culture très intensive* qui réussit, parce que je l'ai combinée avec une *culture extensive* sur les terres où il me faudrait trop de capital pour obtenir des récoltes proportionnelles aux frais de production. Les choux-fourrages, les vesces, les trèfles, les rutabagas et les navets viennent appuyer ma forte production de maïs récolté en vert, soit pour la consommation d'été et d'automne, soit pour la transformation en conserve dans le silo.

Je ne quitterai pas la culture intensive sans mentionner la révolution considérable qu'elle a provoquée dans le labourage. Les écoles de Roville et de Grignon avaient appelé *labours profonds* des labours à la charrue qui portaient la profondeur de la couche arable à $0^m,25$ et $0^m,30$, au lieu de $0^m,15$ à $0^m,20$ qu'elle ne dépassait pas autrefois. Maintenant, nous possédons de puissantes charrues, des défonceuses, des sous-soleuses qui fouillent la terre jusqu'à une profondeur de $0^m,40$ à $0^m,45$. Ces labours très profonds ne se répètent que de loin en loin, et c'est principalement dans la région des betteraves qu'ils sont entrés dans les pratiques de la culture améliorante. Ils facilitent l'emploi de plus grosses fumures et, parfois, ils élèvent au rôle d'engrais des substances minérales qui gisaient à l'état inerte dans les sous-sols. Et puis, par ce motif que telles sont les fumures, telles sont les récoltes, on ne dit plus, comme au vieux temps, que ce serait des labours regrettables que ceux qui permettent de fumer le sol au maximum. Il est à noter, en outre, que plus la couche arable est profonde, moins elle redoute les excès d'humidité en hiver et les excès de sécheresse en été. Plus les racines pivotantes s'y enfoncent facilement, plus les récoltes y sont abondantes, variées et certaines. Les bons cultivateurs savent cela. Plutôt que d'augmenter leurs terres en étendue labourée superficiellement, ils préfèrent les augmenter en profondeur mieux travaillée.

Tout un matériel s'est créé et développé en même temps que la culture intensive. De grandes fabriques se sont

formées pour mieux outiller l'Agriculture. Elles ont substitué le fer au bois d'œuvre. Nos constructeurs rivalisent avec les meilleurs constructeurs anglais. On a d'excellents semoirs qui sèment en lignes les céréales et les plantes sarclées, des instruments de binage et de buttage, des herses articulées, des rouleaux énergiques, des machines à battre, des machines à faucher, à faner, à râteler, des concasseurs, des hache-fourrages, des pompes à purin, des turbines, des béliers hydrauliques. La machine à vapeur actionne les instruments d'intérieur de la ferme, et déjà, depuis le concours de Petit-Bourg, en 1866, elle a pris position dans le labourage en pleine campagne.

Les semences sont l'objet d'une sélection qui commence à fixer l'attention du cultivateur. On sait apprécier la différence qu'il y a, par exemple, entre la betterave riche et la betterave pauvre, entre les blés à petits rendements et les blés à 40 hectolitres l'hectare, toutes conditions de sol, de climat, d'engrais, de culture égales d'ailleurs. Chacun, dans les concours, dans les expositions, dans les meilleures fermes, s'intéresse de plus en plus dans la recherche des bonnes graines. C'est un progrès qui est à portée des bourses les plus modestes.

L'amélioration du sol, par la culture intensive surtout, s'est traduite, en France comme partout, par l'amélioration des animaux de la ferme. La statistique de 1882 nous apprenait que notre pays était exportateur pour l'espèce mulassière seulement, et importateur pour le reste du bétail. Il faut maintenant dire que nous sommes exportateurs de chevaux. Ce qui domine, dans notre production animale, c'est l'espèce bovine, qui représente les $\frac{58}{100}$ du poids vif de toutes les espèces réunies. Les moutons ne figurent que pour le dixième et les porcs pour un peu moins du dixième. L'espèce chevaline s'est affinée, en vue d'une plus grande vitesse motivée par l'amélioration de nos chemins. Les bœufs, moutons et porcs se sont transformés dans le sens de l'aptitude à la production de la viande. Ces animaux sont plus précoces. Ils ont gagné en poids vif et en poids net. Un instant, on a dit qu'il y avait incompatibilité entre la culture intensive et la production des laines fines, type mérinos. On a dit que le même

animal ne pouvait donner à la fois un gros poids de viande et une lourde toison de laine de haute finesse. On a dit qu'il ne fallait pas chercher à lutter contre les laines d'Australie. Le Soissonnais a répondu par la meilleure des démonstrations. Il a fait des béliers mérinos du poids de 100^{kg}, qui dépouillent des toisons de 6^{kg} en suint d'une finesse égale à celle du type de bélier électoral. Voilà donc le mérinos réhabilité, toutes réserves faites sur la concurrence étrangère. En somme, nos races se sont beuacoup perfectionnées, soit par une meilleure alimentation, soit par une meilleure sélection des reproducteurs indigènes, soit enfin par le croisement avec les races anglaises notamment qui avaient de l'avance sur nos élevages. Plusieurs de nos vacheries exportent des durhams en Amérique à de hauts prix. La bergerie de Wideville, près Grignon, expédie à même destination des béliers mérinos plus recherchés que les béliers des meilleurs troupeaux d'Espagne même. Pour la production laitière, nous avons les incomparables races flamande, cotentine et bretonne, qui nous donnent des fromages et des beurres de haute qualité. Notre industrie laitière est en progrès évident. C'est à peine si les oiseaux et petits animaux de basse-cour ressemblent à leurs types originels tant ils ont, pour ainsi dire, été pétris à nouveau. Mais il s'en faut de beaucoup, malgré nos progrès zootechniques, que nous approchions de la fameuse formule : *un poids vif de* 400^{kg} *à* 500^{kg} *par hectare*, car la statistique officielle de 1882 n'accuse, comme moyenne générale de tout notre territoire agricole, qu'un poids vif ou brut de 123^{kg}. Il est vrai que nous avons les engrais chimiques qui rendent le fumier moins obligatoire, et que par conséquent l'ancienne formule présentée en vue du fumier alors qu'il était, pour ainsi dire, le seul engrais employé en grand, n'a plus la même portée absolue.

Il faut, à la culture intensive, des capitaux plus considérables que ceux de l'ancienne culture des jachères. On parle, à cette heure, de capitaux d'exploitation qui montent à 1000^{fr}, et même 1200^{fr} par hectare, c'est-à-dire au chiffre qui était regardé comme excessif en 1827, lors de la fondation de la ferme et de l'école de Grignon. Il ne s'agit plus seulement de voir le rendement de la terre. On veut se rendre compte du

rendement du capital. Et sur cette pente d'idées, on reconnaît que, dans la culture intensive, plus on dépense par hectare jusqu'à la limite nécessaire pour obtenir le maximum de produit brut en matière et en argent, moins on dépense par hectolitre et par quintal de récolte. La raison de ces résultats, c'est que si une récolte de 20 hectolitres de blé est nécessaire pour couvrir, sans perte ni profit, ses frais de production, il n'y aura plus à payer de fermage, de semences, de labours, de frais généraux pour porter le rendement à 25, 30 et 35 hectolitres sur le même hectare. Les seuls *frais supplémentaires* à faire seront uniquement des frais de fumure et des frais de plus grosse moisson à rentrer, battre et soigner en magasin. Toute la culture intensive est là, au point de vue financier. Elle réduit ses prix de revient, non en exploitant deux hectares pour n'y récolter que 30 à 36 hectolitres, soit 15 à 18 hectolitres par hectare, mais en concentrant ses forces sur un seul hectare, où elle n'a que des *frais supplémentaires* à débourser pour obtenir des récoltes maxima. En d'autres termes, les produits que la *culture extensive* obtient, avec une dépense supérieure sur de grandes étendues territoriales, la *culture intensive* les obtient sur une moindre étendue où elle dépense, au résumé, moins par hectolitre que la culture extensive. Ceci, bien entendu, soit dit pour les situations où la terre atteint une certaine valeur foncière et locative. La terre, au contraire, est-elle d'un extrême bon marché, comme aux États-Unis, c'est par d'autres agissements qu'on arrive au profit.

V. — Les céréales sur défrichements américains et autres.

Il résulte d'enquêtes faites aux États-Unis par des voyageurs anglais et français, que les frais de culture d'un hectare qui rend 13 hectolitres de blé, dans les défrichements américains, montent à 130^{fr}. Chaque hectolitre coûte donc là-bas 10^{fr}, auxquels il convient d'ajouter 4^{fr} à 5^{fr} pour le transporter

dans un port de France ou d'Angleterre. Voilà donc du blé à 14fr ou 15fr après une longue traversée maritime, mais à 10fr seulement pour le fermier américain: ce qui signifie que, pour produire 36 hectolitres, c'est-à-dire ce que notre culture intensive récolte sur un seul hectare, l'Américain devra exploiter 276 ares sur lesquels il dépensera, à raison de 130fr par hectare, une somme totale de 359fr, et cela sans accroître son prix de revient, qui restera 10fr par hectolitre.

Que dépensera, pour récolter 36 hectolitres sur un seul hectare, la culture la plus perfectionnée, en France?

Certainement, elle dépensera beaucoup plus de 359fr, et ce n'est pas exagérer de dire que ses 36 hectolitres lui coûteront au bas mot 700fr, dont il faudra déduire 100fr pour la valeur de la paille, soit finalement une somme de 600fr à répartir sur la récolte de 36 hectolitres, ce qui met l'hectolitre à 16fr,66, tandis que le blé américain ne revient sur place qu'à 10fr, et rendu en France à 14fr et 15fr.

Qu'on ne dise pas que ces chiffres sont fantaisistes. Ils se motivent, en France, sur des loyers de 100fr à 120fr pour nos terres riches et sur des intérêts et amortissements qui équivalent à peu près aux susdits loyers lorsqu'il a fallu, par des frais spéciaux d'amélioration, mettre en état de haute production des terres naguère à petites récoltes. Ils se motivent sur des frais de fumure qui, par hectare, sont de 200fr à imputer au blé seulement. Ils se motivent par nos charges publiques et par la hausse croissante des salaires. Ils se motivent enfin par les intérêts et amortissements du *capital d'exploitation* de 1000fr à 1200fr, indispensable à la haute culture intensive. Le reste est pour les semences, les labours et cultures diverses, frais de moisson, frais de magasin, frais généraux. Et elles ne sont pas fréquentes les années dans lesquelles tous les hectares emblavés en blé rendent chacun 36 hectolitres. Et puis, en France, il n'y a pas de *fermes à blé seulement*. Chaque ferme comporte plusieurs branches de production. Il y a des racines, des colzas, des avoines, des laines, des bestiaux à l'engrais, des bestiaux d'élevage, des vaches à lait. Ce n'est donc pas le blé seul qu'il faut viser. C'est la moyenne des excédents de profits sur les pertes qu'on doit considérer pour savoir, au

résumé, le rendement des capitaux engagés dans l'entreprise générale.

Plus simple, moins dépensière, plus productive est la culture américaine. Peu de constructions. Peu de loyers et d'impôts. Pas d'engrais. Pas de morcellement du sol. Plus de travail des machines que de main-d'œuvre. En voilà assez pour qu'il ne soit pas nécessaire de trancher à grands renforts de chiffres comparés la question de concurrence. Un fait immense domine la situation. Le *territoire cultivable* est de beaucoup au-dessus de la population locale, et quelle que soit sa prodigieuse progression de multiplication, elle pourra longtemps encore produire du blé pour l'exportation à des prix de vente assez rémunérateurs pour que son Agriculture, quoique épuisante, soit son principal moyen d'accroissement de la richesse nationale. Actuellement, elle pratique une méthode d'épuisement et de campement, en ce sens qu'elle se transporte ailleurs lorsque les rendements du sol s'abaissent par insuffisance d'engrais naturels. Elle a le désert devant elle. Mais elle ne laisse pas toujours le désert derrière elle lorsqu'elle s'élance en avant. Plusieurs terres épuisées sont, comme en Europe, soumises à un autre système de culture dans lequel intervient l'engrais, de sorte qu'un jour viendra où, par la loi des nivellements économiques, l'Agriculture américaine ressemblera beaucoup, et pour les frais, et pour les produits, à notre Agriculture européenne.

Quand viendra-t-il ce jour?

Il est probable que, si grandes que soient les surprises dont nous sommes les témoins, notre génération ne le verra pas luire. Or, il faut vivre du présent. Il faut surtout laisser à notre Agriculture le temps d'entrer *largement* dans la voie des améliorations qui sont indispensables pour s'élever du régime des petites récoltes au régime des grandes récoltes.

Non pas que nous puissions compter, trop vite, sur les bras, les capitaux, les débouchés qui sont nécessaires aux succès financiers d'une culture intensive appliquée sur une trop vaste surface de notre territoire. Il nous faut passer par une période d'*Agriculture transitoire* qui, prenant en charge les terrains que la culture intensive ne pourrait étreindre par le

travail et l'engrais, rendra ces terrains productifs, par des moyens simples et peu dispendieux. S'il fallait 1000fr par hectare de culture intensive pour pratiquer une Agriculture à profit, il faudrait désespérer d'arriver au bout de l'entreprise. Mais, encore une fois, il y a l'Agriculture pastorale, l'Agriculture forestière, et même l'Agriculture des jachères qui, vu le bon marché de plusieurs millions d'hectares en France, peuvent, eu égard au plus faible capital engagé par hectare, être rémunératrices autant que la culture intensive. Sans doute, la hausse de ces terrains négligés jusqu'ici se fera plus vite que celle des terres de haute fertilité où se concentrera la culture intensive. S'il en est ainsi, la culture intensive agrandira son domaine au fur et à mesure de la croissance des moyens d'action et des besoins de la civilisation. L'avenir est pour elle, elle est le but suprême. Mais, pour beaucoup de situations, la culture extensive est le moyen d'arriver au but, en Europe, et surtout en Amérique. Ainsi parlent les faits, et les faits, c'est, dans le domaine des Sciences expérimentales, la base, la justification des principes.

La France est aussi un pays de défrichement, car bien que, depuis l'année 1862, elle ait conquis à la charrue ou au boisement, plus de 700000 hectares de landes, elle en comptait encore, d'après la statistique officielle de 1882, 3889000 hectares. La Sologne, pays de 600000 hectares à 160 kilomètres de Paris, mérite avec la Bretagne, les landes de Gascogne, la Champagne, le Berry et le Poitou, d'être citée parmi les contrées de la *région des ajoncs* qui ont défriché le plus de landes depuis que les chemins de fer leur ont amené les engrais calcaires, le noir animal, le guano, les engrais chimiques, et surtout les phosphates fossiles extraits des Ardennes, du Lot et de l'Auxois. Il y a cela de particulier pour la Sologne que beaucoup de landes défrichées ont été livrées au boisement, après avoir donné trois récoltes de céréales qui, elles aussi, semblables aux récoltes américaines, ont épuisé les engrais naturels, le vieux terreau qu'une inculture plus que séculaire avait accumulés dans la couche végétale. Ce capital dormant, cette réserve de fertilité, les récoltes de défrichement les ont convertis en capital circulant. Trois

années de labourage ont détruit l'ancienne végétation qui était devenue maîtresse souveraine du sol. Plus on lui a coupé les vivres et les racines à cette végétation redoutable, mieux le sol a été préparé pour recevoir les pins maritimes ou sylvestres qui, prenant leur alimentation dans les sous-sols plus que dans les sols, ont pu traverser leur première période de croissance sans risquer d'être étouffés par la végétation spontanée des ajoncs et des bruyères. On a donc, par cette méthode, créé une superficie forestière dont les frais de premier établissement ont été exonérés des frais de défrichement plus que payés par les premières céréales. On a surtout réduit le domaine labourable en le déchargeant des mauvaises terres qui seraient souvent un gouffre d'argent si la charrue persévérait à les maintenir sous son action, mais qui, converties en bois, donneront des revenus en argent, après avoir donné des grains pour la vente et des pailles pour le bétail. On aura fait concourir la culture épuisante de terrains qui n'ont pas besoin d'engrais à la constitution de la culture améliorante des terrains qu'on veut mettre définitivement en culture proprement dite. Je puis parler de ces opérations productives. Elles ont absorbé trente-deux ans de ma vie agricole, et je me plais à dire que c'est en profitant des conseils et des exemples des premiers pionniers de Sologne qui m'ont devancé, que j'ai pu, en boisant une partie de mon domaine, ne soumettre à la culture arable ou pastorale que les terres qui me faisaient espérer la plus prompte rentrée de mes avances. Il en est des terres comme de beaucoup de créanciers. Il y a en a de plus promptement et plus sûrement solvables que les autres. La grosse affaire, c'est, sur les terres à bon marché, et par exemple de 200^{fr} à 500^{fr} par hectare, d'adapter à chacune d'elles le système cultural qui lui convient le mieux. C'est de ne pas trop forcer leurs aptitudes naturelles jusqu'au moment où il sera fructueux de les soumettre à une culture plus active, dans laquelle *les forces artificielles,* plus coûteuses, combineront leur action avec *les forces plus ou ou moins gratuites de la nature.*

VI. — Les lois naturelles et les lois économiques de l'Agriculture.

De ce qui précède, se dégage cette conclusion, c'est que l'Agriculture est soumise, non seulement aux *lois naturelles* qui régissent la production organique, mais encore aux *lois économiques* qui gouvernent le monde des richesses sociales, le monde des valeurs. Les lois *naturelles sont immuables,* sans doute, mais nous ne les connaissons pas toutes encore, et il faut convenir que la découverte du sucre de betterave, par exemple, a suffi pour réagir vigoureusement sur l'Agriculture des régions tropicales qui avaient le monopole de la production sucrière par la canne à sucre. Il faut reconnaître avec non moins de gratitude encore, que la découverte de gisements de phosphates et autres sels minéraux a été le point de départ d'améliorations agricoles inespérées pour la région des landes et ajoncs aussi bien que pour les régions défrichées depuis longtemps. Il est permis, dans ce même ordre d'idées, d'espérer que les magnifiques découvertes de M. Pasteur et d'autres savants feront sentir leurs effets sur l'Agriculture universelle elle-même. Donc il est à croire que la Science nous ménage de nombreuses surprises qui provoqueront la revision de nos systèmes de culture. Quant *aux lois économiques* qui changent, d'une époque à l'autre, d'un pays à l'autre, les rapports entre le prix du sol, du travail, de la monnaie et des produits, il est évident, plus que jamais, qu'il nous faut à leur égard nous tenir sur un qui-vive de tous les instants.

Il n'y a donc pas de type d'Agriculture universelle ni perpétuelle. Nous marchons, il est vrai, vers l'accroissement du rendement de nos récoltes, mais il est non moins rationnel que, dans cette tendance progressive, la variabilité incessante de *la valeur* des choses et du *travail* crée l'obligation de faire prédominer dans la production, ici la *terre à bon marché* plutôt que les forces artificielles, travail et engrais, que ne rétribueraient pas suffisamment les suppléments de récoltes

obtenus, — et là, au contraire, les *forces artificielles* que la cherté du sol rend absolument nécessaires pour abaisser les prix de revient. Ceci explique, je crois, comment aux États-Unis les récoltes de 10 à 15 hectolitres de blé par hectare reviennent à plus bas prix que les récoltes de 30 et 40 hectolitres qu'on tenterait d'obtenir dans ces contrées. Tout à l'inverse se présente la question pour les terres européennes de haute valeur foncière et locative, tant il est vrai que la valeur du sol, par cela même qu'elle est la résultante des autres faits économiques, est l'un des principaux facteurs du prix de revient des produits agricoles, et par conséquent des systèmes de culture.

Il est probable que le nivellement des valeurs, résultat forcé de la concurrence universelle, plus ou moins tempérée par la douane, amènera, dans chaque région, l'Agriculture à moins violenter la nature, à mieux observer la loi des sols et des climats, à mieux respecter les *lois naturelles* de la production organique. Mais, il s'en faut de beaucoup que ce nivellement soit opéré. Force nous est donc de tenir compte des faits économiques *actuels* sous l'influence desquels le *maximum de produit brut* dont la culture intensive est et sera toujours et partout l'expression la plus élevée n'engendre pas toujours et partout le *maximum de produit net.* C'est dire que si, dans notre Agriculture la plus avancée, il faut un produit brut de 800fr à 1000fr par hectare pour obtenir un produit net qui porte le rendement du capital à 10 et 15 pour 100, il conviendra de viser ailleurs des productions autres que les céréales, mais coûtant, avec moins de dépense par hectare, moins de frais par quintal, stère ou hectolitre, selon la nature des produits sur lesquels peut s'exercer l'Agriculture.

Ce n'est pas l'un des moindres progrès de l'Agriculture scientifique qu'elle se soit complétée par l'intervention de la *notion économique* dans le problème de la production végétale et de la production animale. Une école dominait naguère dans le monde savant, c'était l'*école du produit brut.* Cette école de l'absolu voulait le maximum en toutes choses. Elle voyait l'*Agriculture de l'avenir* avec les ressources et les besoins d'une civilisation avancée, plus que l'*Agriculture du*

présent, avec ses difficultés pour s'élever aux opulences de l'exploitation intensive du sol et du bétail. Elle enseignait les moyens de faire grand, de faire beau. Quant à rechercher si la population s'accroîtrait avec la même vitesse que la production, elle laissait ce soin aux applicateurs qui, eux, sont absolument forcés de s'occuper tout à la fois du rendement de la terre, du rendement des bestiaux, et, finalement, du rendement, du pourcentage du capital. Les savants se spécialisaient, ils ne s'occupaient que des phénomènes d'ordre naturel, que des lois de la production organique. Et ils avaient raison, car c'est à cette spécialisation des études scientifiques que l'Agriculture doit les grandes découvertes dont elle a été l'heureuse applicatrice, lorsqu'elle a su tenir compte des circonstances économiques et de leur influence sur le *produit net*, sur les *profits et pertes* de l'entreprise rurale.

Il faut croire que l'idée du *produit net* s'est souvent effacée devant l'idée plus brillante, plus soutenue, du *produit brut*. Il faut croire qu'il y a eu plus d'enthousiastes que de calculateurs, plus de théoriciens d'une science incomplète que de praticiens sachant raisonner sur les choses agricoles. Le fait est que l'*École du produit net* n'est arrivée que tardivement à se faire accepter comme École qui embrassait le problème agricole dans toute son étendue, dans toute sa complexité. Dès ce moment où l'École du produit net triomphait, une nouvelle branche était fondée dans la Science agronomique, c'était l'*Économie rurale*, qui étudie toutes les opérations agricoles au point de vue des *valeurs* qui sont à la fois le moyen et le but de l'entreprise rurale — les unes à titre de *forces productives* ou d'*agents de production*, — les autres à titre de *produits* d'origine végétale ou d'origine animale. Autre chose est d'organiser une entreprise au point de vue du *produit brut*, abstraction faite de la question argent, autre chose de l'organiser au point de vue des harmonies entre toutes les valeurs qui s'y trouvent engagées en vue du profit, en vue du produit net.

Le régime de la concurrence universelle modifie, à chaque instant, les rapports des valeurs entre elles. Plus que par le passé, il importe donc que l'*Économie rurale* intervienne dans

les problèmes agronomiques. Elle n'a pas seulement à nous organiser contre la *concurrence extérieure*, qui met aux prises notre vieille civilisation avec le Nouveau-Monde, mais elle nous doit, en outre, assistance dans nos luttes contre cette *concurrence intérieure* qui, provoquée, dans chaque nationalité, par l'ouverture des chemins de fer, appelle aux combats de la vie nouvelle des contrées jusque-là déshéritées, faute de débouchés, faute de phosphates et autres engrais, faute de machines entreprenant des tâches devant lesquelles la main-d'œuvre était insuffisante, faute de populations animées par l'esprit d'initiative. Tels anciens pays riches restent stationnaires, si même ils ne périclitent sur leurs terres arrivées aujourd'hui à des prix excessifs. Tels autres s'élèvent par un meilleur parti que les cultivateurs savent tirer de leurs terres à bon marché. D'un côté diminuent, de l'autre grossissent les valeurs territoriales. Mais, somme toute, le pays est mieux approvisionné par lui-même, quoique les frais de production, les salaires entre autres, y soient augmentés.

La France produit-elle trop?

Non, certes, elle ne produit pas trop, car elle compte encore trop de populations qui se nourrissent mal, qui s'habillent mal, qui se logent mal. Le paupérisme y étale encore trop de plaies. *Ce qui lui manque, c'est du travail, du travail agricole surtout* qui amènerait plus d'aisance au village et, avec l'aisance, de plus puissants moyens de consommation des produits du sol et des manufactures.

Développer le travail, voilà, *dans notre époque de paix armée*, le moyen par excellence à employer pour multiplier les soldats-laboureurs, c'est-à-dire les populations les plus nombreuses qui cultivent le sol de la patrie et, au besoin, le défendent.

Voilà pourquoi la question agricole, élevée au rang de question sociale, n'est pas tant une question de pain, de viande, de subsistance alimentaire, qu'une question de travail national, une question de défense nationale. Travailler, d'abord, c'est le seul moyen, pour le plus grand nombre, d'avoir du pain sur la planche. Est-ce ainsi que la question économique qui s'agite en ce moment était comprise il y a

quelques années, alors que primait la théorie de la *vie à bon marché*, théorie dont les conséquences, parfois poussées à l'extrême, portaient à conseiller à notre pays de réduire sa production de blé et d'aller chercher ce blé dans les contrées où il coûtait le moins cher?

Une triste expérience a fait justice de ce cosmopolitisme, de cette imprévoyance politique. Nous avons appris à nos dépens que, pour traverser la période de nos améliorations agricoles, de nos avances à la terre, il nous importe que les travailleurs de l'Agriculture soient traités, par l'État, comme le furent et comme le désirent encore les travailleurs des autres industries. Ce n'est pas l'enseignement professionnel qui a manqué à ces autres industries, à l'époque où notre Agriculture en était très peu dotée. Il faut donc que l'État réorganise son régime économique dans un sens égalitaire. Il faut que l'Agriculture étrangère, qui profite de nos marchés, participe à nos charges publiques, comme nous participerons aux siennes. Tant que le régime de la paix armée condamnera l'Europe aux gros budgets militaires, il est impossible que la douane ne rentre pas dans le régime général des impôts. La douane est, dans l'état actuel de l'Europe, une recette nécessaire. Les millions qu'elle encaisse sont autant de millions en moins à demander à nos contribuables, de sorte que si, contrairement à la réalité, il était admissible qu'elle aggravât le prix des consommations, il y aurait plus que compensation à cette aggravation, puisque contribuables et consommateurs c'est un seul et même monde. En fait, les surtaxes de 1885 et de 1887 sur les grains et les bestiaux n'ont renchéri ni le pain, ni la viande; et, une fois de plus, on a pu constater que, de notre temps, la production agricole dispose d'une puissance d'action qui la fera désormais progresser plus vite que la population.

En ce qui concerne son initiative professionnelle, il importe que notre Agriculture pratique le grand art de réaliser du produit net sur les terres où elle ne dispose pas de capitaux assez considérables pour appliquer avec succès le régime intensif. J'ai beaucoup insisté, dans mon enseignement au Conservatoire des Arts et Métiers, sur cette manière de comprendre l'Agriculture scientifique. Je ne l'admets que sanctionnée par

le profit, c'est-à-dire conseillée à la fois par les Sciences naturelles et les Sciences économiques. Le progrès agricole est à ce prix. La France ne peut se relever, ne peut s'enrichir que par une Agriculture regardant la ferme comme une manufacture de produits organiques qui manœuvre avec des capitaux à répartir inégalement sur le sol, selon qu'il a plus ou moins de valeur vénale, ou peut en acquérir plus ou moins vite par certaines améliorations. Encore une fois, je crois à la nécessité absolue de la *notion économique* dans l'enseignement de la Science agronomique, et c'est parce que nous entrons dans cette voie d'enseignement que j'espère en notre avenir agricole et, par conséquent, en notre avenir manufacturier, en nos grandes expansions commerciales.

TABLE DES MATIÈRES

DU MÉMOIRE DE M. ÉD. LECOUTEUX.

LES

EFFETS DE COMMERCE

HISTOIRE DE LA LETTRE DE CHANGE.

Par M. F. MALAPERT.

Les effets de commerce sont les actes par lesquels les négociants ou commerçants s'engagent à payer ce qu'ils doivent pour raison de leurs opérations commerciales. On peut étendre cette appellation à des actes qui sont transmissibles par endossement, mode essentiellement commercial de faire la transmission des titres; ou encore aux valeurs qui peuvent être cessibles par la seule tradition et qui, à cause de cela, sont dites au *porteur*. Mais la première espèce d'effets est celle dont on est censé parler, quand, sans autre explication, on emploie les mots *effets de commerce*. Ils sont en général des actes unilatéraux. Cependant il arrive que certains, comme la lettre de change, exigent le concours de plusieurs personnes. Ce dernier genre d'effets est celui sur lequel les législateurs ont donné les règles les plus nombreuses et sur lequel les écrivains ont le plus appuyé. Beaucoup de jurisconsultes ont voulu en écrire l'histoire, mais à force de chercher, ils sont tombés dans des légendes que l'on répète, sans se demander si elles sont vraies, si elles sont seulement vraisemblables. On ne remarque même pas qu'elles n'ont pas la moindre raison.

Je sais que les légendes font plus de la moitié de l'histoire, dont elles sont la partie la plus attrayante. Elles illustrent la vie des grands hommes et jettent de brillantes couleurs sur l'origine des institutions. Ces fictions sont répétées par la

paresse; souvent encore elles le sont parce qu'elles se rapportent aux plus nobles instincts de l'humanité. Elles célèbrent toutes les vertus, exaltent le mérite des héros et portent jusqu'au ciel l'éclat de ceux qui se sont dévoués pour la patrie, la famille ou l'amitié. Les légendes sont des hymnes à la gloire des généreux sentiments. Les contes que l'on répète à propos de la lettre de change sont moins pompeux; ils sont d'ordre sentimental fort touchant, quoique basés sur des erreurs inexcusables.

Depuis près de deux cents ans ou peut s'en faut, on répète que des exilés, forcés de quitter leur patrie, avaient laissé leur fortune en dépôt chez des parents ou des amis; qu'ils avaient ensuite chargé des mandataires de retirer ces biens et de les leur faire parvenir. Il y aurait eu dans ces agissements tant de confiance de la part des bannis, tant de fidélité de la part des dépositaires, que c'est un grand plaisir de vanter la bonne foi de tous. Ceux qui croient à la pureté des mœurs anciennes trouvent là une occasion d'exercer leur verve satirique à l'égard du temps présent, ce qui n'est pas une petite cause du succès du pieux mensonge dont je m'occupe. D'ailleurs, personne n'a pu préciser le lieu où l'invention avait pris naissance. Les uns ont choisi Florence, célèbre par ses guerres civiles, à la suite desquelles les partis s'exilaient tour à tour. D'autres ont voulu que la lettre de change ait été inventée à l'occasion de l'expulsion des Juifs ou des banquiers lombards ou cahortins. Nul n'a rien affirmé de précis. Personne n'a remarqué que l'on ne faisait pas de bannissement sans prononcer la confiscation des biens des proscrits. Que presque toujours les complices des détournements des biens des exilés étaient punis sévèrement; qu'enfin le dénonciateur gagnait généralement une part de ces biens. Enfin on n'a pas vu qu'au début de l'emploi des lettres de change elles étaient payables au comptoir des changeurs ou agents de change, officiers publics, qui en cette qualité auraient dû en confisquer la valeur si ces lettres avaient représenté des biens confisqués par le roi. Quelques personnes, remarquant apparemment la naïveté de la légende dont nous venons de parler, ont cherché une autre raison à la création de la lettre de change. Elle a été due (ont-elles dit) à

la nécessité d'éviter les dangers et les frais occasionnés par le transport des monnaies. — Il y avait dans le contrat intervenu entre les parties, ajoutait-on, nécessité de changer des valeurs du lieu où elles se trouvaient pour les faire transporter dans un autre. Ce changement ou contrat de change aurait donné son nom à l'opération et au titre qui le constatait. Un tel *qui-proquo* ou, si l'on veut, un jeu de mots aussi maladroit n'aurait pas mérité d'avoir des échos pour le répéter. Il semblerait que d'après ceux qui le redisent et le propagent, avant la lettre de change, c'est-à-dire avant le XIIe ou même le XIVe siècle, il n'aurait pas été possible de faire payer ou recevoir à distance. C'est là une affirmation trop légèrement admise; ces opérations étaient très anciennes. Les banquiers, argentiers, changeurs ou agents de change ont été érigés en corporation pour les pratiquer. Les plaidoyers de Démosthènes contre Callipe et contre Thimothée, nous montrent que les banquiers étaient les intermédiaires entre les créanciers et les débiteurs, recevant pour les uns, payant pour les autres et souvent réglant les comptes par de simples virements d'écritures, lorsqu'ils étaient chargés des affaires des deux contractants. Souvent un commerçant qui s'absentait donnait ordre à un banquier de payer pour lui. Il remettait à cet effet les fonds qui seraient versés au comptoir du changeur ou envoyés au loin. Souvent le débiteur se contentait de donner à son banquier mandat de payer ses créanciers.

Un savant russe, M. de Koutorza, prétend que les banquiers d'Athènes auraient eu les premiers l'idée des lettres de change, appelées par eux κολλυβιστικὰ σύμβολα (*Mémoire sur les Trapézistes,* lu à l'Académie des Sciences morales le 21 septembre 1859.) Un de mes vieux amis, M. Courtaud Diverneresse, dont le dictionnaire français-grec est le plus important ouvrage d'érudition hellénique du XIXe siècle, a traduit les mots lettre de change par τὰ αργυροπρακτικα τὰ κολλυβιστικὰ. Mais le non moins savant M. Egger a combattu ces interprétations. (Séance de la Société des Antiquaires de France du 13 juin 1860.)

M. Egger reconnaît d'ailleurs que le mandat de payer à distance était certainement pratiqué à Athènes, où l'on connaissait même la lettre de crédit, c'est-à-dire qui ouvre la caisse

du banquier pour des sommes même indéterminées, et il cite à ce propos ce passage de Lysias : « Démus, fils de Pyrilampès, partant comme triérarque pour l'île de Chypre, me pria de venir le voir prétendant qu'il avait un συμβολον du roi de Perse ; qu'il était venu trouver Aristophane, avec une fiole d'or sur laquelle celui-ci lui avait prêté seize mines pour ses dépenses d'armateur; qu'arrivé en Chypre, il dégagerait la fiole, en payant vingt mines, car grâce à son *symbolum* il aurait en abondance toutes choses sur le continent d'Asie. » Ainsi, d'après M. Egger, ce *symbolum* était une lettre de crédit. Je pense avec ce savant illustre que rien dans cela ne représente la lettre de change.

Les Athéniens étaient en rapport d'affaires avec les Romains. Les argentiers ou banquiers des deux villes étaient en relations constantes. Parmi les affaires qu'ils faisaient ensemble se rencontrait l'habitude de payer ou recevoir pour leurs clients. Cicéron chargea son fidèle ami, Titus Pomponnius Atticus, de faire toucher à son fils l'argent dont celui-ci aurait besoin à Athènes, où il continuait ses études.

Les Romains étaient des commerçants fort habiles, malgré la préférence qu'ils donnaient aux armes. Comme les Grecs du continent et des îles, ils établissaient souvent des comptoirs ou factoreries dans des lieux éloignés. Ces maisons de commerce étaient gérées par des préposés ou représentants appelés *institores,* instituteurs, qui avaient pour fonctions de s'occuper d'un commerce déterminé. Le Digeste mentionne un instituteur ou facteur chargé d'acheter des huiles d'olives à Aix en Provence. Il était indispensable que commis et commettants fussent à même de se faire réciproquement des remises d'argent, et ils ne s'en faisaient pas faute. Les banquiers avaient certainement l'habitude de ces opérations à distance. Un agent tenant une maison de change, *mensa nummularia,* avait de l'argent à un tiers, son fondé de pouvoir écrivit cette lettre au créancier :

« Octavius Terminalis, agissant pour compte d'Octavius Félix « à Domitius Félix, salut : Vous avez à la banque de mon « patron mille deniers, lesquels je devrai vous payer la veille « des Calendes de Mai. »

Il s'éleva des discussions à propos de ce mandat, Scœvola, l'inventeur de l'acquit à caution, fut chargé d'examiner l'affaire.

Ainsi qu'on le faisait à Athènes, les banquiers de Rome ayant les fonds du débiteur et du créancier apuraient les comptes par un virement sur leurs livres, qui, tenus par des agents reconnus, faisaient foi en justice. On exigeait que l'opération eût été régulièrement portée dans les comptes *rationes*. Souvent ce virement se faisait entre gens demeurant loin les uns des autres.

Le titre du Digeste consacré au contrat de mandat est rempli d'indications sur les mandats de paiement : « Si j'ai mandé à un fils de famille de payer pour moi. » (L. 12, § 6.) « Je vous ai donné de l'argent pour payer à mon créancier. » (Même loi, § 10).

Ces mandats étaient de l'usage le plus fréquent. On les employait dans toutes les occasions et pour tous les besoins. Ainsi ce pouvait être un cautionnement : « Lucius Titius à son Gaïus, salut. Je te demande et te donne mandat de t'engager auprès de Sempronius pour Publius Mœvius ; tout ce qui ne t'aura pas été payé par Publius, je te le représenterai ; je te le fais savoir par cette lettre écrite de ma main. » (L. 62, § 1.)

On trouve encore dans ce titre du *Mandat* la lettre de crédit, par laquelle une personne mande à un correspondant de prêter de l'argent. « Si quelqu'un a mandé de prêter de l'argent, » dit la loi 56. Tous engagements étaient valablement contractés par des lettres : « Titius à Seïus, salut : Tu sais que Sempronia appartient à mon cœur et que j'approuve son mariage avec toi ; je veux que tu sois certain de contracter une union conforme à ta dignité. Et quoique je sache que Titia, sa mère, a convenablement promis une dot à sa fille, cependant et moi-même, pour attacher encore plus ton esprit à ma maison, je n'hésite pas à te donner ma caution. Tout ce que tu auras stipulé pour cette cause, t'aura été promis d'après mes ordres, je te le ferai avoir en entier. » (L. 60).

Par conséquent les Romains connaissaient et pratiquaient les lettres ou mandats portant obligation de payer ou de garantir un paiement d'un lieu dans un autre.

Nous n'avons pas beaucoup de renseignements sur ce qui s'est passé depuis la moitié du VIe siècle, époque de la publi-

cation des livres de Droit de Justinien, jusqu'au XIIe siècle. Il y a ici dans presque toutes les matières une période où les documents font absolument défaut. Cela tient à la grande révolution de la fin du IVe et du commencement du Ve siècle, alors que les provinces se séparèrent de Rome et de Constantinople, dont la tyrannie était devenue insupportable. On sait que la Gaule s'affranchit presque entière du joug de l'empire romain, en 408, date à laquelle la plupart des cités des Gaules se réunirent à la république des Armoriques. Ce fut une époque de grands bouleversements. Le commerce cessa entre les provinces impériales et les pays révoltés. En effet, c'était une habitude constante pour les belligérants de rompre toutes les relations commerciales, tant que dureraient les hostilités; cependant nous avons un modèle de mandat qu'il est important de rappeler.

Les difficultés que les changements dans les mœurs avaient apportées modifièrent la manière dont on rédigeait les actes sanctionnés par les tribunaux. Cela conduisit quelques juristes à faire des recueils contenant les modèles de ces nouveaux actes. Le plus célèbre et le plus connu de ces ouvrages est celui qui fut rédigé par le moine Marculphe. Un recueil moins célèbre est celui qui porte le nom de *Recueil des formules d'Angers,* du lieu où il paraît avoir été écrit. On croit qu'il a été rédigé du temps des rois mérovingiens. Cette date, donnée par le savant Mabillon, a été acceptée par les Bénédictins, qui ont commencé la publication de l'ouvrage intitulé *Les historiens de la Gaule et de la France.* Il y a dans le *Recueil des formules d'Angers* un mandat par lequel un créancier charge une personne de toucher en sa place, dans un autre lieu, une somme qui lui est due. Le mandat contient pouvoir de citer le débiteur en justice, *admallare,* de faire prononcer une condamnation, en un mot de poursuivre le recouvrement de la somme. Je donne le texte de cette formule d'après celui qui se trouve dans les lois barbares publiées par Cauciani (t. III, p. 478).

INCIPIT MANDATUS

XLVII. Domino magnifico illo-Rogo, preco, supplico, atque injungo per hunc mandatum ad vicem meam hominem, nomen illo, quem ego beneficium ei feci, argento uncias tantas ipsum meum ubi et ubi, eas vel mea prosequere et admallare et adcausare facias, quomodo ipso debite recipere facias; et quidquid ad vicem meam exinde facere volucris, egeris, feceris, gesserive etenim me habiturum esse cognusce ratum. Mandatum Andecavis, civitate curia puplica.

Ce mandat est plus près de la lettre de change que beaucoup d'autres pièces données sous ce nom; mais il n'en a ni la teneur ni l'effet. Passons au delà, citons, par exemple, des effets souscrits par saint Louis en 1265 et 1266. Ces documents ont été publiés dans le tome XIX de la Bibliothèque de l'École des Chartes par M. Servois. Le roi, voulant aider les chrétiens de la Palestine, promettait d'acquitter ses effets à Paris, au Temple, quinze jours après présentation, sur le vu du reçu donné par le patriarche de Jérusalem, par le grand-maître de l'ordre du Temple et par le grand-maître de l'ordre des Hospitaliers ou par deux de ces trois grands personnages. M. Servois voit une lettre de change dans le reçu dont il est question et il va plus loin encore en donnant le même nom aux billets de saint Louis. Ces appellations ne sont pas exactes, suivant moi, ce qui n'est pas contestable pour les billets du roi, faits pour être payés à Paris, lieu où ils avaient été créés.

Quoi qu'il en soit, ces mandats divers nous approchent du moment où nous allons avoir la lettre de change. Jusqu'à présent, celle que l'on cite comme la plus ancienne se trouve dans les œuvres de Balde. Elle est de février 1381, porte le prix qui est dû pour le change de 440 ducats, mais sa rédaction est encore fort imparfaite.

Al nome di Dio, Amen. A di primo de febr. MCCCLXXXI, pagate per questa prima littera ad uzanza da voi medesimo libre 43 de grossi sono per cambio de ducati 440, che questi chi hone recevoto da Sejo ei compagni altramento le pagale.

Déjà l'on était dans l'habitude de constater le défaut de

paiement par un acte solennel que l'on a appelé et que l'on appelle encore un *protêt* faute de paiement. Nous en avons un de 1384 qui a été d'abord publié à Gênes et que M. Royer-Collard, professeur à l'École de Droit de Paris, a donné à nouveau dans la Bibliothèque de l'École des Chartes.

Ainsi, en suivant pas à pas la marche des affaires, nous sommes arrivés à rencontrer une nouvelle forme donnée aux mandats de paiements et nous avons constaté que cette forme permettait qu'une rémunération fût due au bénéficiaire. C'était une innovation qu'il faut expliquer.

Les théoriciens avaient dès longtemps tonné contre le prêt à intérêt. L'argent ne multiplie pas ; en le sortant d'une caisse pour le prêter, on ne change pas en fécondité sa condition stérile. Dès lors l'intérêt payé par l'emprunteur était réputé une exaction. Cette doctrine, simple d'apparence, séduisit les esprits et surtout les esprits contemplatifs, qui, dans leur mysticisme, faisaient des privations la suprême pratique de la vertu. D'ailleurs, on appuyait cette théorie sur cette phrase sublime de charité : *Gratis date nil inde sperantes*. L'idée économique était fausse; l'argent est le plus puissant des instruments de travail, car il les contient tous. Or, si j'ai le droit de louer une force et d'en faire payer l'usage, j'ai tout aussi bien le droit de demander le prix du loyer de l'argent avec lequel on achètera cette force.

Les théologiens condamnèrent absolument le prêt à intérêt. Le prix de l'usage de l'argent emprunté était appelé l'*usure;* prêter à usure fut un péché impardonnable. L'église chrétienne le condamna, les princes séculiers s'unirent aux souverains pontifes; l'épargne ne trouvait plus sa raison d'être.

C'est alors que l'on songea à inventer un moyen de faire fructifier les capitaux.

L'autorité ecclésiastique maintint la prohibition du prêt à intérêt, les princes séculiers firent comme elle, mais il fut admis que toute peine méritait salaire. En conséquence, on décida que si quelqu'un promettait de faire payer au loin une certaine somme, le service rendu par celui qui fournirait l'argent à distance devrait être récompensé. C'était autoriser le prêt à intérêt, quoique le mot intérêt disparût pour apparaître

comme le prix du transport de valeurs métalliques que l'on ne transportait pas du tout.

La nécessité de maintenir l'exécution des lois prohibitives de l'usure fit que le mandat capable de donner le droit de réclamer le prix du transport de l'argent eut une forme spéciale et prit un nom distinctif. La lettre de change était créée. Toute personne fut admise à souscrire ces titres. Les rois, les plus nobles seigneurs, émirent des lettres de change tout aussi bien que les commerçants. Ce commerce, condamné par la religion, ne fut pas d'abord permis aux chrétiens; il fut abandonné aux Juifs (Ord. de décembre 1230).

Les Italiens étaient trop habiles pour laisser passer ainsi à d'autres mains un système d'opérations au bout desquelles on voyait apparaître des fortunes considérables. Ils demandèrent à établir des banques qui négocieraient des lettres de change. Les papes les autorisèrent à former des sociétés en commandite pour faire le change. On dit que les contestations soulevées pour raison de ce trafic devaient être jugées exclusivement à Rome; je n'en suis pas très sûr; cependant, on admit les Italiens à opérer en France, où ils pouvaient être jugés. Et en particulier, ils ne pouvaient être inquiétés pour usure, à l'occasion de contrats pour change ou commande qu'ils faisaient les uns avec les autres (Ord. du 9 juillet 1325, art. 5). Ces Italiens étaient communément dénommés Lombards ou Cahortins. L'intérêt licite paraît avoir été d'abord de deux deniers par livre et par semaine, ce qui faisait huit et demi pour cent par an. Plus tard, cet intérêt fut de deux et demi d'une foire à l'autre et les banquiers s'arrangèrent pour avoir cet intérêt six fois dans l'année, quatre fois à Lyon, deux fois en Champagne. Les lettres de change étaient tirées pour être payées dans une *place* de commerce, au comptoir d'un changeur public ou agent de change, nommé par le roi. L'Ordonnance de 1563 sur le Tribunal des juges et consuls de Paris nous enseigne que le nom de place devait être donné à tout lieu, foire ou Bourse du Commerce, où il y avait une juridiction commerciale. La Bourse et les agents préposés aux opérations de change dans les foires recevaient les protêts faits pour les lettres impayées et réglaient le prix des frais pour obtenir

les valeurs dues, autrement dit, pour les comptes de retour. Les juridictions spéciales avaient qualité pour condamner les débiteurs à payer les lettres. Cette possibilité d'avoir des condamnations rapides fut déjà une grande faveur pour les porteurs de ces titres. Il y en a une autre fort importante. Les traites étaient, dès le début, écrites sur papier oblong et, presque de suite, on admit qu'elles pouvaient être transmises par une simple mention écrite au dos de ce titre, mention que l'on appelait *endossement*. Toutes les formalités furent bientôt réglementées, et l'on arriva promptement à l'état actuel des choses.

Les anciens mandats restèrent facultatifs, mais avec les anciennes règles qui les gouvernaient avant l'invention de la lettre de change. Comme ils contenaient en général des ordres, on les appela des *rescriptions*. Quant aux règlements ou billets, ils furent toujours suspects. On admettait volontiers les souscripteurs à prouver qu'on y avait compris une somme de .... pour intérêts; cette exception pouvait être opposée aux tiers porteurs; c'était une infériorité sur les lettres de change, contre lesquelles de pareils moyens n'étaient pas reçus. La suspicion était si forte que des édits ont souvent prohibé ces billets.

Ainsi, la lettre de change est née du besoin d'obtenir un intérêt pour l'argent prêté. La rapidité de la transmission du titre, la facilité d'avoir la condamnation du débiteur et celle de toutes les parties qui avaient participé à la création et à la circulation de ces effets lui donnèrent une grande supériorité sur toutes les autres valeurs créées par les commerçants.

L'origine de la lettre de change, telle que nous venons de l'établir, était généralement reçue au xvie siècle. Grimaudet, prédécesseur, comme procureur du roi au présidial d'Angers, de l'illustre Pierre Ayrault dont il était l'ami, nous a fait connaître cette histoire dans le neuvième Chapitre de son livre sur les monnaies; Barthélemy Laffemas, qui a été dans les conseils de Henri IV avec différents titres, a constaté le même fait dans le Mémoire en forme d'édit qu'il présenta en 1595 aux notables assemblés à Rouen.

La date précise de l'invention de la lettre de change est une

de ces choses incertaines sur lesquelles on ne sera jamais d'accord. Il est probable que les banquiers ou les changeurs ont dû en avoir la première idée. Puis, les faits économiques se modifiant, les premiers errements furent remplacés par d'autres. Si d'abord on avait été obligé de faire présenter le titre au comptoir d'un agent de change officiel, bientôt on se dispensa de cette nécessité, et le changeur n'intervint plus que pour certifier le cours du change entre la place où l'effet avait été protesté et celle sur laquelle le porteur devait aller pour être payé. L'habitude prise de faire de pareils titres ne cessa point avec l'expulsion des Juifs, ni même lorsque les Lombards et Cahortins furent bannis de France, à cause de leurs usures et de leur partialité pour les rois d'Angleterre. A la veille de la guerre de Cent ans, commencée par Philippe de Valois et Édouard III, ce dernier, dont le luxe avait dépassé celui de tous ses prédécesseurs et qui avait fait abus des lettres de change, devait une somme énorme à diverses sociétés italiennes, 1 375 000 florins d'or, par exemple, aux Bardi et aux Perrugi de Florence. Il déclara qu'il ne paierait pas, ce qui causa un cataclysme financier qui n'a peut-être jamais eu son pareil. On évalue la dette d'Édouard III aux Italiens à plus de cent trente millions.

Les persécutions contre les Juifs et contre les Lombards n'empêchèrent point le commerce des lettres de change. Il fut un peu modifié pourtant. On avait voulu d'abord que toute lettre de change fût tirée sur une place de commerce; on multiplia le nombre de ces places. Des édits en ouvrirent à Toulouse en 1549, à Rouen en 1556, à Paris en 1563, et bientôt on en vit naître dans un nombre considérable de villes de France. Ce fut l'époque de la plus grande émission des lettres de change. Les agents de change eurent le monopole de leur négociation, comme on peut le voir par le reflet de ce passé qui se trouve dans l'article 76 du Code de commerce. Les changeurs furent peut-être d'abord de simples intermédiaires pour le placement des traites, dans tous les cas, cela fut promptement de règle et il leur fut défendu de faire ce commerce pour leur compte et ils n'étaient aucunement responsables à l'occasion de leur intervention. Ce ne fut pas assez : s'il

avait été entendu, au début de cette nouvelle forme d'engagements, que l'opération devait être sérieuse, on décida promptement qu'elle pouvait être absolument fictive. En effet, dans la lettre de change, le preneur devait être un bailleur de fonds à qui, ou à l'ordre de qui, le montant du titre devait être payé. On modifia ces conditions et l'on admit que le preneur pourrait être une personne qui donnerait au tireur un billet en paiement de lettres de change qui lui seraient fournies. Ces sortes de transactions donnaient au porteur les mêmes droits que s'il avait eu payé la lettre de change.

Le tireur porteur d'un billet pour lettre de change passait à son tour cette valeur à l'ordre d'un preneur qui pouvait aussi la négocier par un endossement et l'on étendit ces prescriptions aux billets causés lettres de change à fournir.

Alors les Bourses de commerce furent inondées de titres sur lesquels on agiotait tout autant que nos contemporains agiotent aujourd'hui sur les effets publics.

On continuait, avons-nous dit, à se servir des mandats autrefois usités et même l'on faisait, par intermittence, usage de billets. Le mandat ou rescription était l'ordre donné à un tiers de payer ou de recevoir. Il pouvait être à ordre, mais il restait ce qu'il avait été de tout temps, un titre qui n'avait rien de commercial. Il en fut de même de la rescription appelée *lettre de crédit,* par laquelle le bénéficiaire était autorisé par le mandant à recevoir certaines sommes d'argent.

La législation des lettres de change était exceptionnelle; mais elle était communiquée au cas où il s'agissait de billets à ordre; cela résulte des dispositions de l'Ordonnance de 1673.

La suppression des corporations, qui eut lieu après 1789, amena celle des agents de change. Les difficultés relatives à la création et aux conséquences des billets disparurent; le prêt à intérêt fut franchement permis. Dès lors la lettre de change perdit de son importance, la concurrence que lui faisaient les autres titres diminua son prestige.

Le billet à ordre ou règlement à ordre, par exemple, est bien préférable à la lettre de change qui n'est pas acceptée, car elle n'a encore qu'un obligé, celui qui a tiré la traite. Au contraire, le preneur d'un billet à ordre a deux garants, le bénéficiaire

du billet et le souscripteur. Les billets au porteur de certaines banques ont aussi une grande supériorité sur les autres valeurs, même dans le temps où ces billets n'ont pas un cours forcé. Chacun les prend, les fait circuler sans avoir à redouter les suites des opérations qui ont été faites.

La conséquence des faits économiques que je signale a amené une grande diminution dans le nombre des lettres de change. Le discrédit a fait baisser ces valeurs. Elles sont encore en usage pour le commerce international; en France, le commerce de demi-gros n'a pas perdu l'habitude de l'employer; mais leur triomphe dans l'état actuel est de servir à des circulations d'effets qui ne seront pas payés. Il est à croire que la nouvelle loi sur la liberté de l'intérêt atteindra et diminuera encore le commerce de ces lettres. Les petits banquiers, dont les opérations consistaient à fournir de l'argent sur des valeurs fictives afin de se faire payer de gros intérêts, se plaignent de ce que leurs agissements sont entravés. S'ils l'étaient par des restrictions mises par le législateur à la liberté des transactions, il serait bon de faire droit aux réclamations. Mais il n'en est rien. La diminution dans le nombre des lettres de change tient à ce que les faits économiques se sont modifiés. Par conséquent il n'y a rien à faire de ce côté. D'autre part, l'administration du timbre a fait aussi ses doléances et a malheureusement obtenu une loi déplorable. Cette administration, supposant que la vente du papier timbré diminuait parce qu'on négligeait d'en employer, a fait, par une loi de juin 1850, prononcer une amende considérable pour le cas où l'on se servirait de papier qui ne serait pas du prix exigé et, de plus, a modifié les droits du porteur, pour le cas où il y aurait des contraventions à la loi sur le timbre. Cette rigueur a été du plus mauvais effet et elle a été tellement mauvaise qu'il a fallu la tempérer par la législation sur les chèques, dont le coût est de très bas prix et qui, par suite, ont eu un développement énorme.

Les plaintes des petits banquiers ont trouvé de l'écho dans quelques congrès. Certaines personnes se sont écriées qu'il y avait là beaucoup à réformer; elles ont cité à ce propos des modifications faites en quelques pays aux règles sur les lettres de change. Il importe peu que tels ou tels aient accepté des

modifications à la législation antérieure, l'important est de savoir si les changements ont été des améliorations. On a beaucour insisté sur les effets qui étaient attribués à la lettre de change et l'on a remarqué que ces effets n'étaient pas toujours admis quand ces lettres étaient imparfaites. Et l'on a fait ressortir que le tiré débiteur réel ne pouvait pas disposer à sa volonté de la somme cédée sur lui une fois que la lettre avait été créée. Mais prenez bien garde à ceci, que le billet à ordre a le même résultat que la lettre de change, et vous ne croirez peut-être pas qu'il y ait nécessité, s'il est possible d'obtenir ce billet, de permettre de le remplacer par une lettre de change. C'est pourtant là que se porte l'effort de ceux qui veulent faire des modifications à notre Code de commerce, sur les règles propres à la lettre de change. Nous avons exposé comment il était de l'essence de ces titres qu'il y eût au moins simulacre de transport de valeurs. Or, ce que l'on réclame, c'est de faire des lettres de change de Paris sur Paris, de Lyon sur Lyon, de Vincennes sur Vincennes, de Versailles sur Versailles, etc., et de donner à ces effets toutes les conséquences attachées à la lettre tirée d'un lieu sur un autre.

Mais ceux qui sollicitent cette réforme ne voient pas que si leurs clients obtenaient la faveur qu'ils demandent, leurs traites seraient l'aveu de leur insolvabilité et la déclaration de l'état de déconfiture de leurs débiteurs. Pourquoi créer cette valeur? Évidemment parce que le tireur a besoin d'argent. Pourquoi le créancier n'a-t-il pas fait une démarche vers son débiteur pour obtenir un règlement, autrement dit un billet à ordre? C'est que le débiteur ne veut pas que son nom soit classé parmi les noms de ceux qui opèrent à crédit. Si le vendeur a livré sa marchandise pour être payée dans les délais ordinaires, il l'a bien voulu et il n'est pas bon de lui donner le droit de discréditer son acheteur en se perdant lui-même. En effet, le vendeur qui ferait des traites de la place sur la place, avouerait par là qu'il a besoin de battre monnaie avec toutes ses ressources.

Réfléchissons donc à la situation normale.

Les usages commerciaux accordent des délais aux acheteurs, même sans qu'une convention ait été spécifiée. Il y a dans ces

usages deux choses à considérer. Premièrement, que le délai ne peut être abrégé par la volonté du créancier. En second lieu, si l'on accordait au vendeur la faculté de se payer par une traite, alors que l'acheteur serait dans les délais, on autoriserait la divulgation d'opérations qui devraient rester secrètes et l'on ferait connaître des spéculations sur lesquelles on appellerait la concurrence.

Si le créancier a vendu à crédit, alors qu'il avait immédiatement besoin de ses fonds, il a eu tort. Mais le plus souvent l'acheteur escompte son prix. S'il n'use pas de cet avantage, le vendeur obtient de lui un billet à ordre ou règlement, dont les effets sont absolument les mêmes que ceux d'une lettre de change. Le débiteur qui a payé par un règlement à ordre ne se doit qu'à son billet, et les porteurs ont toutes les prérogatives que peut leur conférer une traite.

Les réformateurs en cette matière s'agitent dans le vide, sans tenir compte des faits, comme le font d'ailleurs la plupart des autres demandeurs de la réforme de nos lois. Cependant il serait nécessaire de rapporter les dispositions de la loi de 1850, qui a prononcé des déchéances de recours dans le cas où la lettre de change n'est pas écrite sur du papier timbré de dimension légale et du prix exigé.

Nous avons dit que le législateur s'était d'abord occupé dans le Code de commerce de la lettre de change et puis qu'il avait traité du billet à ordre. Sont-ce donc les seuls effets qui méritent le nom d'effets de commerce? Je ne le crois pas, même au point de vue de notre Code. Ainsi la lettre de voiture peut être à ordre au profit du propriétaire des marchandises transportées, ou pour le prix du transport dû au voiturier. Les actions des sociétés peuvent de même être à ordre. Il en faut dire autant du récépissé des marchandises dans les magasins généraux et des warrants délivrés avec les récépissés. Disons-en autant pour les chèques, les connaissements, les polices d'assurances, les prêts à la grosse, l'hypothèque maritime et tous autres contrats commerciaux.

Une autre forme, pour qu'il s'agisse d'un effet de commerce, est que le titre soit au porteur, comme les billets de banque, et toutes autres valeurs : les chèques, les actions des socié-

tés, etc., en un mot tout ce que l'on veut créer et émettre avec cette condition.

Celui donc qui veut faire un travail sur les effets de commerce doit étendre le cercle de ses études. Il y a là une belle monographie à écrire. On l'a déjà compris et divers auteurs en ajoutant à ces effets les titres des fonds d'État leur ont donné le nom spécial de valeurs mobilières, sur lesquelles il y a de très bons ouvrages. Le dernier en date, par conséquent le plus riche en documents, est celui de M. Deloyson, avocat à la Cour de Paris.

Mais pour en revenir à la lettre de change, disons que s'il en était négocié avant 1789 pour trois ou quatre cents millions par an, alors qu'elle était le principal aliment de la Bourse, les agents de change ne s'en occupent plus, quoique l'article 76 de notre Code de commerce leur ait, à cet égard, concédé un privilège qui n'a pas été aboli en principe. Ils ont mieux à faire, ils vendent et achètent, outre les fonds d'État, les actions et les obligations des grandes compagnies, c'est-à-dire qu'ils opèrent sur plus de vingt-cinq milliards de valeurs fiduciaires et n'ont par conséquent rien à envier au passé.

L'administration du timbre oublie à son tour, dans ses réclamations à propos de la lettre de change, que les titres vendus à la Bourse sont tous sur papier timbré et ont payé au Trésor cent fois plus qu'il ne pouvait obtenir autrefois. Enfin les trois milliards de billets de la Banque de France, les trois milliards des obligations du Crédit Foncier, les milliards d'obligations de toutes les compagnies, les chèques, les bons de la poste, etc., fournissent aussi leur contingent à l'impôt. C'est cet ensemble qu'il faut regarder et alors on demeure convaincu de ceci, que la diminution des lettres de change est un fait qui devait se produire et qu'il n'y a pas de loi qui puisse leur rendre la prépondérance qu'elles ont eue alors qu'elles étaient nécessaires parce qu'elles étaient la seule valeur négociable.

L'AGRICULTURE EN FRANCE

AVANT 1789,

Par M. CH. DE COMBEROUSSE.

SECONDE PARTIE. (1)

(1787-1789.)

Arthur Young débarqua à Calais le 15 mai 1787. Souvent bizarre et singulièrement décousu, passant en un instant de l'enthousiasme au désespoir, il était bon et aimable, car tous ceux qui le connurent l'aimèrent. L'un des plus grands agronomes de l'Angleterre, il a peut-être laissé cent volumes sur l'Agriculture. *Tout pour la charrue!* c'est l'épigraphe de ses livres, l'objet constant de ses pensées. S'il porte un toast, jamais la précieuse machine n'est oubliée. *Ma dame et ma charrue!* aurait-il pu dire au moyen âge.

Tel est, en deux mots, l'homme qui arrivait en France, de l'autre côté du détroit, aux premières heures de notre Révolution. Il avait eu pour hôtes, pendant deux ans, deux fils du duc de Larochefoucauld-Liancourt, accompagnés de leur précepteur, M. de Lazowski; et celui-ci venait de l'inviter, au printemps de 1787, à passer, avec la famille du duc, une saison aux Pyrénées. Il était convenu qu'on voyagerait ensemble, à cheval et à peu de frais.

Traverser ainsi toute la France à petites journées, en si

(1) Voir la *Première Partie*, 2e série, t. I, p. 8.

bonne compagnie, avec toute liberté de faire des crochets sur la route et de causer avec tous les passants, c'était, pour un observateur passionné des choses de l'Agriculture, une tentation presque irrésistible. Arthur Young y succomba, non seulement une première fois en 1787, mais encore deux autres fois, en 1788 et en 1789, seul et tout à fait indépendant.

Ces trois voyages ([1]) nous ont valu un livre très curieux, très primesautier, et qui est, certainement, pour juger de l'état de l'Agriculture française à cette époque, l'un des documents les plus importants à consulter.

Voyons, d'après ces précieuses notes, ce que Young a saisi de plus intéressant, *au point de vue agronomique et au point de vue général*, en sillonnant la France dans tous les sens. On nous pardonnera d'être, comme lui, sans ordre et tout aux impressions ressenties. Les contradictions, en pareil cas, font partie de la vérité. Le premier volume de son livre est la reproduction de son *Journal* pendant ses pérégrinations; le second volume renferme ses considérations spéciales sur l'Agriculture en France. Nous puiserons dans l'un et dans l'autre, sans nous astreindre à un plan régulier, et en cherchant surtout à mettre en relief les enseignements divers qui y sont contenus. C'est avertir le lecteur que, dans cette rapide esquisse, nous ne nous interdirons aucune digression.

I

Young, en se rendant de Calais à Paris, est charmé de rencontrer aux environs de Boulogne plusieurs châteaux appartenant à des personnes s'y trouvant en résidence fixe. Il croyait, par ouï-dire, que nul en France ne vivait sur ses terres. Il louerait davantage nos routes *merveilleuses*, sans les *abominables* corvées auxquelles on doit ces magnificences. Il

---

([1]) Arthur Young, *Voyages en France pendant les années* 1787, 1788, 1789, traduits et annotés par M. H. J. Lesage. 2e édition. 2 vol. in-8e (Guillaumin, 1882).

compare nos femmes tenant la charrue et chargeant le fumier, à celles de son pays qui ne vont aux champs qu'en parties de plaisir ou de maraude, pour faner ou glaner. En est-il toujours de même? Il est touché de la courtoisie qu'on lui montre à Amiens et ajoute à ce sujet : « Si un Anglais reçoit des attentions en France, *parce qu'il est Anglais,* point n'est besoin de dire la conduite à tenir envers un Français en Angleterre. »

A Chantilly, il admire l'écurie qui surpasse de beaucoup tout ce qu'il a pu voir en ce genre, et qui renferme quelquefois deux cent quarante chevaux anglais; mais toute son attention est prise par la variété prodigieuse de volailles de toutes les parties du monde que lui offre la Ménagerie.

Les approches de Paris, comparées aux environs de Londres, lui semblent un désert; l'entrée lui paraît sale et mal bâtie; pour gagner l'hôtel de Larochefoucauld, rue de Varenne, il traverse toute la ville à travers de vilaines rues étroites et populeuses ([1]). Versailles, où ses hôtes le conduisent le lendemain de son arrivée, pour assister le jour de la Pentecôte à la remise du Cordon bleu au duc de Berry, fils du comte d'Artois, Versailles le laisse froid; sans doute, parce que son attente, d'après les récits qu'on lui avait faits, était trop excitée. Seule, la grande galerie trouve grâce à ses yeux.

Pendant le service, le roi, assis entre ses deux frères, a l'air de regretter de ne pas être à la chasse. Young, confondant le duc de Berry avec le Dauphin, interroge une dame fort à la mode placée à côté de lui, et qui s'efforce de ne pas lui rire au nez. Offensé, il s'adresse à M. de Larochefoucauld pour savoir quelle absurdité a pu lui échapper à son insu. « C'est, répond le duc, que le Dauphin, comme tout le monde le sait en France, reçoit le Cordon bleu en naissant. » Et Young, irrité, de s'écrier : « Était-il si impardonnable à un étranger d'ignorer une chose d'autant d'importance dans l'histoire du pays, que la bavette bleue donnée à un marmot au lieu d'une bavette blanche? »

([1]) « En entrant par le faubourg Saint-Marceau, je ne vis que de petites rues sales et puantes, de vilaines maisons noires, l'air de la malpropreté, de la pauvreté, des mendiants, des charretiers, des ravaudeuses, des crieuses de tisane et de vieux chapeaux.» [J.-J. ROUSSEAU, *les Confessions* (1732)].

Avant de continuer, nous ne pouvons nous empêcher de reproduire textuellement le passage suivant, que l'attitude du public à cette fête inspire à notre observateur : il est tristement significatif.

Les voyageurs, même de ces derniers temps, parlent beaucoup de l'intérêt remarquable que prennent les Français à ce qui concerne leurs rois, montrant par la vivacité de leur attention, non seulement de la curiosité, mais de l'amour. Où, comment et chez qui l'ont-ils découvert? C'est ce que j'ignore. — Il doit y avoir de l'inexactitude, ou bien *le peuple a changé, dans ce peu d'années, au delà de ce qu'on peut croire.* »

Young part le 28 mai 1787 pour les Pyrénées, avec le comte de Larochefoucauld et son ami Lazowski. On traverse le pays de Beauce, *cette fine fleur de l'Agriculture française,* ce sol excellent, mais où des jachères s'aperçoivent de tous les côtés. A Orléans, le pont de pierre est trouvé superbe. « A entendre certains Anglais, ajoute Young, on supposerait qu'il n'y a pas un beau pont dans toute la France; ce n'est, je l'espère, ni la première, ni la dernière erreur que ce voyage dissipera. » Voilà l'accent loyal qui doit donner confiance.

Détail pris sur le vif. Entre Nantes et Orléans, il y a un service de bateaux; mais chaque bateau ne quitte le port que lorsqu'il se rencontre six voyageurs à un louis d'or par tête. On couche à terre, et le trajet dure quatre jours et demi.

En entrant dans la *triste* Sologne (1), Young remarque que tous les cultivateurs y sont métayers, c'est-à-dire que, n'ayant pas de capital, ils reçoivent du propriétaire le bétail et la

(1) On sait que, de 1849 à 1869, l'État a consacré douze millions à l'amélioration de la Sologne. Partout où de nouvelles voies de communication ont permis d'apporter les amendements et d'écouler les récoltes, partout où le curage des cours d'eau a rendu les marécages à la culture et bonifié les prairies naturelles, les progrès agricoles ont été saisissants. Mais les progrès hygiéniques ont été moins satisfaisants et n'ont pas atteint, à beaucoup près, ceux qu'on a pu signaler dans la Dombes. Nous croyons que dans cette vaste région, dont les bonnes femmes de la contrée disaient autrefois : *C'est un pays oublié du bon Dieu, et le Diable a craché dessus,* la diminution des étangs n'est pas suffisante, et qu'il faudrait encore effectuer d'autres travaux de canalisation.

semence, et partagent avec lui le produit : *misérable système, qui perpétue la pauvreté et empêche l'instruction.*

Nous croyons l'illustre agronome fort injuste pour le métayage. Sans lui, une partie de la France resterait inculte. Bien appliqué, c'est toujours là la question, ce système vaut autant et mieux que le fermage ou que le faire-valoir direct. Il associe d'ailleurs intimement les efforts et les succès du propriétaire et de son colon partiaire; et cette condition seule lui assure la supériorité, lorsque le métayer est suffisamment honnête et le propriétaire suffisamment intelligent.

Le voyage continue, et Young fait toujours connaître ses impressions avec sa vivacité ordinaire et une sincérité attachante.

Il rend souvent justice à nos cultivateurs. « De Vierzon à Argenton, dit-il, la culture est pauvre, les gens misérables; mais ils paraissent honnêtes, industrieux et propres; ils sont polis et ont bonne façon. »

Il s'extasie sur la route qui le conduit à Limoges, dont la beauté surpasse tout ce qu'il a vu en France ou autre part. Les magnifiques chemins du Limousin sont les *bonnes œuvres* du grand Turgot. « On leur doit bien ce nom, puisqu'il n'y employa pas les corvées. »

Homme pratique par excellence, il ne craint pas d'écrire, en parlant de la Société d'Agriculture fondée par Turgot à Limoges, lui qui appartient pourtant à toutes celles du globe :

Comme dans les autres sociétés, on s'assemble, on fait la conversation, on offre des prix et on publie des sottises. Il n'y a pas grand mal à cela; le peuple, ne sachant pas lire, est bien loin de consulter les mémoires qu'on imprime. Il peut *voir* cependant, et si une ferme digne d'être imitée lui était présentée, il pourrait apprendre.

Voir et toucher, c'est la devise de Young. Mais, en préconisant avec raison l'instruction, ou plutôt l'éveil de l'intelligence, par les yeux, sa boutade fait trop bon marché des autres modes d'enseignement : il oublie qu'il a composé lui-même cent volumes, et dédaigne sa propre gloire.

A Pompadour, haras royal, il admire des chevaux de toutes

races, mais principalement des arabes, des turcs et des anglais. Il rapporte qu'on y importa en 1784 quatre étalons arabes coûtant soixante-douze mille livres. Le prix d'une saillie n'est que de trois livres — c'est le bénéfice du palefrenier. Les propriétaires vendent ensuite librement leurs poulains, sauf privilège pour les officiers du roi pourvu qu'ils donnent le prix offert par d'autres acheteurs.

Après le Limousin, le Quercy, beaucoup moins pittoresque, mais mieux cultivé, grâce au maïs *qui y fait merveille.* A Souillac, on passe la Dordogne sur un bac, parfaitement disposé aux deux extrémités pour l'entrée et la sortie des chevaux, sans qu'on soit obligé, comme en Angleterre, de les battre outrageusement pour les décider à y sauter.

Passé Payrac, Young rencontre beaucoup de mendiants, *ce qui ne lui était pas encore arrivé.* Il est surpris de voir par tout le pays les filles et les femmes sans bas ni souliers; les hommes, à la charrue, sans sabots ni bas. Et il fait cette réflexion, que cette pauvreté frappe en quelque sorte à sa racine la prospérité nationale; car la consommation du pauvre étant, pour les objets de première nécessité, d'une bien autre importance que celle du riche, l'état florissant d'un peuple consiste surtout dans la circulation intérieure et sa propre consommation.

Voilà les Pyrénées, but du voyage poursuivi : elles se dressent à cinquante lieues. Vers Cahors, le pays change et prend un aspect sauvage. Cependant, on voit partout des maisons, et un tiers des terres est en vignes. Le vin de Cahors, le vin de Grave échauffe la verve de Young. Il le loue d'être généreux, montant, sans être capiteux. Il le loue d'être si bon marché!... « Dans les années d'abondance, le prix du bon vin ici ne dépasse pas celui du fût. »

On trouve dans Young des renseignements de toutes sortes : ils éclairent souvent d'une vive lumière le fond du caractère des deux peuples qui restent en présence dans sa pensée, toujours active et curieuse. Il rencontre à Montauban des compatriotes qui y ont acheté une maison et sont bien placés pour l'instruire. On lui nomme une famille, dont on suppose le revenu de quinze cents louis par an, et qui vit sur le pied

de cinq mille livres sterling (c'est-à-dire de plus du triple) en Angleterre. Comme, à son avis, l'Angleterre doit être le pays où il fait le moins cher vivre, parce qu'on y est beaucoup plus avancé qu'en France dans les arts usuels et les manufactures, Young conclut du contraste qu'on lui indique que ce qu'on observe en réalité dans notre pays, c'est l'habitude de moins dépenser, chose très différente de la cherté ou du bon marché relatif des diverses contrées.

Ne retenons de ce qui précède que ce seul mot : *l'habitude de moins dépenser*, l'économie privée. C'est, depuis bien longtemps, la force de la France, ce qui l'a toujours soutenue, ce qui lui a permis de rebondir sous les désastres. Elle fera bien de ne pas s'en laisser détourner.

Toulouse inspire à Young la même remarque que Paris et Orléans. Jusqu'aux portes de la ville, on traverse un désert : on ne rencontre pas plus de monde que si l'on était à cent milles de toute cité. A partir de Toulouse, on aperçoit pour la première fois des festons de vignes, courant d'arbre en arbre dans des rangées d'érables.

Arrivé à Luchon, au terme direct de cette longue course, après avoir traversé le royaume et fréquenté bon nombre d'auberges françaises, Young les déclare supérieures en général à celles d'Angleterre, pour la nourriture, la boisson, les lits et le prix. Mais, pour tout le reste, ameublement, confortable, élégance, propreté et service, vive l'Angleterre! Pour table, on se contente, en France, de vous donner partout une planche sur des tréteaux. Les fauteuils de chêne, à siège de jonc, ont le dossier tellement vertical, que toute idée de se délasser doit être abandonnée. Le vent siffle à travers les fentes des portes aux gonds toujours grinçants. On ne peut ni fermer les fenêtres quand elles sont ouvertes, ni les ouvrir quand elles sont fermées. Absence complète de têtes de loup, de balais de crin et de brosses. Pas de sonnettes : il faut brailler après la *fille*, qui n'est ni avenante, ni bien habillée, ni jolie. Quant aux attentions des maîtresses d'auberge envers leurs hôtes, elles sont ordinairement nulles.

Young se repose dix jours à Luchon avec ses amis et consigne, après ces dix jours, le résultat de ses réflexions sur le

genre de vie de la bonne compagnie en France. Il est étonné de voir tout le monde se tenir constamment dans sa chambre à coucher. Il blâme l'heure du dîner fixée invariablement à midi, car on ne déjeune pas. En coupant, dit-il, la journée exactement en deux, on rend impossible toute affaire demandant sept ou huit heures d'attention soutenue. A quoi est bon un homme en culottes et en bas de soie, le chapeau sous le bras et la tête bien poudrée? Ce n'est pas, certainement, à faire de la botanique dans une prairie arrosée, ou à gravir les rochers pour recueillir des échantillons minéralogiques, ou à parler fermage avec le paysan et le valet de charrue. On soupe à neuf heures du soir. L'entre-deux est rempli par des visites chez les dames assez grandement logées pour recevoir toute la compagnie. Personne n'est exclus, chaque nouvel arrivant ayant soin de se présenter chez ceux qui l'ont précédé, et sa visite étant rendue. Il n'est question que de cartes, de tric-trac, d'échecs, quelquefois de musique; mais les cartes dominent. Inutile d'ajouter que Young s'absente souvent de ces assemblées qu'il trouve aussi mortellement ennuyeuses en France qu'en Angleterre. On se sépare, le soir, pour la promenade jusqu'au souper. Puis, vient encore une heure de conversation chez l'une des dames, et c'est le meilleur moment de la journée, celui où l'on s'abandonne davantage. A onze heures, tout le monde est couché.

Young loue, dans le ton de la conversation en France, une condescendance invariable, une grande douceur de caractère (ce qu'on appelle en Angleterre *good temper*), une parfaite convenance. Mais il déclare tout cela insipide. La vigueur de la pensée doit tellement s'atténuer ou s'effacer dans l'expression, « que le mérite et la nullité se trouvent ramenés au même niveau ». Châtiée, élégante, polie, la masse des idées reste tellement insignifiante, qu'elle n'a le pouvoir ni d'offenser, ni d'instruire. Les premières conditions de la société privée sont sans aucun doute l'humeur facile et la douceur habituelle; mais il doit être permis à l'esprit, aux connaissances, à l'originalité, de rompre cette uniformité fatigante par quelques saillies. « Sans cela, l'entretien n'est qu'un voyage sur une plaine sans fin ».

Cet agronome n'est-il pas un bon observateur, et y aurait-il, au bout de cent ans, autre chose que des points de détail à changer dans ce croquis?

De Luchon, Young fait une excursion en Espagne. Au retour, il note ainsi ses impressions :

Nous prenons congé de l'Espagne pour rentrer en France ; le contraste est frappant... Vous entrez dans un nouveau monde. Une superbe chaussée, faite avec la solidité et la magnificence qui distinguent les grandes routes françaises, prend la place des misérables chemins de la Catalogne, encore tels que la nature les a tracés; de beaux ponts sont jetés sur les torrents qu'il fallait passer à gué. Nous nous trouvions tout à coup transportés d'une province sauvage, déserte et pauvre, au milieu d'un pays enrichi par l'industrie de l'homme. Tout tenait le même langage et nous disait en termes sur lesquels on ne pouvait se méprendre, qu'une cause forte et active produisait ces contrastes, trop évidents pour être méconnus. Plus on voit, plus, selon mon opinion, on est conduit à penser qu'il n'y a qu'une influence toute puissante qui stimule le genre humain — le gouvernement. D'autres influences produisent des exceptions et des nuances : celle-ci agit avec une efficacité permanente et universelle. L'exemple présent est remarquable; car le Roussillon est, en fait, une partie de l'Espagne; ses habitants sont espagnols de langage et de coutumes; mais ils sont soumis à un gouvernement français.

Nous avons tenu à citer ce plaidoyer d'un homme pratique, en faveur de l'*Archie* contre l'*Anarchie*. Une nation est un vaste organisme qui a besoin, comme tous les organismes connus, d'un principe moteur ou d'un cerveau.

Young se rend seul en Languedoc et, chemin faisant, il insiste à plusieurs reprises sur l'une des causes les plus efficaces de la Révolution : l'injuste répartition des impôts. Il remarque que, dans cette province où l'on procédait par tailles [1], les terres nobles sont scandaleusement favorisées relativement aux terres de roture. Il cite, près de Narbonne, cent-vingt arpents de terre noble payant quatre-vingt-dix livres, tandis que, tout à côté, quatre cents arpents de terre de

---

[1] La taille *réelle* (par opposition à la taille *personnelle*) était une imposition qui se levait sur les terres et les possessions *taillables*, c'est-à-dire non exemptées.

roture qui, proportionnellement, auraient dû payer trois cents livres, se trouvaient taxés à quatorze cents livres.

A Béziers, Young se met en quête de la ferme que possédait près de la ville l'abbé Rozier, le célèbre éditeur du *Journal physique* et l'auteur d'un dictionnaire d'Agriculture très renommé, en cours de publication. Il est fâché d'entendre à table d'hôte, jeter du ridicule sur l'Agriculture de l'abbé qui a, dit-on, *beaucoup de fantaisie, mais rien de solide*. Et Young fait cette réflexion, toujours applicable : « Il arrive ici à l'abbé, comme fermier, ce qui arrivera sûrement à tout homme qui voudra se départir des errements de ses voisins; car *il n'est pas dans la nature des paysans d'admettre dans leurs rangs quelqu'un qui pense pour eux*. »

L'opération du *dépiquage* dans le Midi est bien représentée par Young. Il en peint bien l'animation et le mouvement universel : ces gerbes empilées autour d'une aire où un grand nombre de mules et de chevaux trottent en cercle et font sauter le grain de son épi, une femme au milieu tenant les rênes, les petites filles qui activent la marche avec des fouets, les hommes qui alimentent l'aire et la nettoyent ou qui vannent en jetant en l'air le grain obtenu. « Personne ne reste inoccupé, et chacun s'emploie de si bon cœur qu'on dirait les gens aussi joyeux de leurs travaux, que le maître de ses tas de blé. »

Young arrive le 26 juillet à Nîmes, pendant la foire de Beaucaire qui met en ébullition tout le pays. Il dîne et soupe à table d'hôte, compagnie mêlée de Français, d'Italiens, d'Espagnols et d'Allemands, avec un Grec et un Arménien (1). Il y constate de nouveau, avec étonnement, l'humeur taciturne des Français. Quoi, c'est là l'extrême vivacité et la volubilité infinie de ces gens que tant de personnes ont décrits en leur prêtant un caractère si léger, mais du coin de leur feu, en Angleterre, sans doute! Notre agronome n'en revient pas.

(1) « Il y a à peine une nation d'Europe ou d'Asie qui n'ait son représentant à cette grande foire, principalement pour le commerce des soies grèges, dont il se fait des affaires de millions en quatre jours; on y trouve également tous les autres produits du monde. »

Déjà, à Montpellier, dînant au milieu de quinze personnes, parmi lesquelles plusieurs dames, il lui a été impossible de faire rompre un inflexible silence par autre chose que par des monosyllabes, et il s'est cru transporté au milieu d'une assemblée de Quakers. De même, à Nîmes, à chaque repas, aucun Français n'ouvre la bouche. Et Young, d'écrire plaisamment : « Aujourd'hui, à dîner, désespérant des gens de cette nation, et dans la peur de perdre l'usage d'un organe dont ils semblaient si peu disposés à se servir, je m'assis à côté d'un Espagnol, et comme j'arrivais récemment de son pays, je le trouvai en humeur de parler et assez communicatif. Nous eûmes, à nous seuls, plus de conversation que les trente autres personnes. » Fiez-vous donc aux réputations ! L'Europe nous croit toujours bavards, et plus d'un touriste pourrait recopier les remarques de Young.

Sa bonne foi est entière. « Je ne sais rien, s'écrie-t-il, de si frappant que les routes et les ponts du Languedoc; *nous n'avons pas en Angleterre l'idée de tels efforts;* c'est superbe, splendide ! » Il déclare que, dans la région des Pyrénées, la culture est d'une grande perfection, surtout en ce qui concerne les prairies arrosées. Il loue avec enthousiasme toutes les fois qu'il en trouve l'occasion.

Nous avons déjà dit qu'il était l'adversaire, l'ennemi de la petite propriété. Mais son âme honnête ne résiste jamais à l'évidence, et ses théories ne le cuirassent pas, comme tant d'autres, contre la vérité. En gardant son opinion, il ne craint pas de se donner à lui-même un démenti éclatant. En voici un exemple.

Poursuivant isolément son excursion, il repasse du Gard dans l'Hérault. De Ganges, il gravit les monts Garrigues, et se dirige vers Lodève par Saint-Maurice. Le spectacle qu'il a sous les yeux lui arrache cet aveu.

Depuis Ganges jusqu'à la rude montagne que j'ai traversée, la course a été la plus intéressante que j'aie faite en France, c'est là que j'ai vu les efforts les plus vigoureux de l'industrie humaine et le travail le plus animé. Il y a ici une activité qui a balayé devant elle toutes les difficultés et revêtu les rochers de verdure. Ce serait insulter au bon sens que

d'en demander la cause : *la propriété seule l'a pu faire.* Assurez à un homme la possession d'une roche nue, il en fera un jardin; donnez-lui un jardin par bail de neuf ans, il en fera un désert.

C'est ainsi que parle, en face des faits, un adversaire résolu de la petite propriété. Que peuvent dire de plus ses partisans réfléchis?

Young constate que la circulation de plaisance est presque nulle en France. — C'est pour cela, sans doute, que les auberges y sont souvent si mauvaises.

A Carcassonne, pour éviter une chaleur torride, il cherche un véhicule quelconque et ne peut s'en procurer d'aucune sorte. Pourtant, Carcassonne avec ses quinze mille âmes est une ville manufacturière relativement importante. Au contraire, en Angleterre, dans des villes de quatrième ordre, même de quinze cents habitants, tout à fait en dehors de la circulation régulière et n'ayant à attendre presque aucun voyageur, on trouve des auberges bien tenues où l'on peut demander, sans crainte d'une réponse négative, une chaise de poste et une couple de bons chevaux pour faire telle course qu'on voudra. Et cela prouve qu'il y a assez de communications entre les villes anglaises, pour que ces établissements puissent prospérer. Quel contraste entre les deux pays pour notre touriste! Pendant deux cent cinquante milles, en retournant joindre ses amis à Bagnères-de-Luchon, il ne rencontre que deux cabriolets et trois misérables chaises à un cheval; pas un gentilhomme, mais beaucoup de négociants, avec deux ou trois porte-manteaux en croupe.

En dehors des chemins de fer, la même différence existe encore aujourd'hui. Malgré ses phrases sur le *home*, il faut que l'Anglais voyage toujours, tandis que le Français semble né sédentaire.

Young revient se reposer à Luchon. Il en repart seul, pour visiter Bayonne. Il retrouvera ses amis à Auch, sur le chemin de Bordeaux.

Les fermes qu'il rencontre dans le Béarn, après Pau, lui arrachent des cris d'admiration. Elles appartiennent toutes à de petits propriétaires. On y respire un air de propreté, d'ai-

sance, de bonheur, qui se retrouve partout : dans les maisons, dans les étables fraîchement construites, dans les jardins, dans les cours et, pour ainsi dire, jusque dans les mues de volailles et les toits à porcs. Le génie bienveillant d'Henri IV semble encore planer sur son pays d'origine.

Pour Young, Bayonne est la plus charmante ville de France, et ses femmes en sont les plus belles. Il devient presque poète en croisant sur les chemins béarnais des paysannes jolies et proprement mises. « Dans la plupart des provinces, un travail dur leur gâte la taille et le teint. La fleur de la santé sur les joues d'une fille de campagne convenablement habillée n'est pas la moindre beauté d'un paysage. »

Poussé par le désir d'examiner la curieuse région des landes de Bordeaux, Young se dirige vers Dax. La vue des vastes domaines que le duc de Bouillon possède au delà de cette ville, et qui sont très mal tenus, lui inspire cette remarque chagrine : « En quelque temps et en quelque lieu que ce soit, si vous voyez des terres abandonnées, bien qu'elles soient susceptibles d'améliorations, il suffit, vous pouvez dire de confiance qu'elles appartiennent à un grand seigneur. » Il n'en est plus de même aujourd'hui.

A Auch, Young rejoint ses amis. La ville ne se nourrit que des revenus de la campagne. Il y a beaucoup de nobles dans la province; mais ils sont trop pauvres pour habiter la ville, « si pauvres, en vérité, que quelques-uns d'entre eux labourent leurs champs eux-mêmes. »

Le peuple de ces pays, comme le Français en général, mange peu de viande. A Leyrac, on ne tue que cinq bœufs par an; dans une ville anglaise de même importance, il en faudrait deux ou trois par semaine. Sur ce point, notre régime a bien changé.

A Aiguillon, le château, qui est considérable, a été commencé par le duc actuel, il y a une vingtaine d'années, lorsqu'il resta exilé dans cette ville pendant huit ans. « Grâce à ce bannissement, » le château s'éleva majestueux, et les ailes furent presque achevées. Mais, dès qu'on eut révoqué la sentence, le duc courut à Paris et y demeura, de sorte que tout fut arrêté. C'est ainsi que l'exil seul oblige la noblesse de

France à résider sur ses domaines et à les embellir, tandis que les Anglais le font par goût et par plaisir.

Young arrive enfin à Bordeaux, et son attente est surpassée. Si l'on ne peut comparer Paris à Londres (du moins, c'est son avis de bon Anglais), on ne peut non plus établir aucun parallèle entre Liverpool et Bordeaux. Le quartier du Chapeau-Rouge est réellement magnifique. Le théâtre, construit aux frais de la ville, est le plus beau de France. La vie des négociants est très somptueuse, leurs maisons d'habitation et leurs magasins sont sur un grand pied, mais il paraît qu'ils jouent trop gros jeu. Depuis la paix, de nouvelles constructions s'élèvent dans tous les quartiers; elles sont toutes en pierre blanche, ce qui ajoute à l'aspect de la ville. Pourtant, les loyers croissent tous les jours, en même temps que le prix des denrées, et l'on se plaint que la vie, en dix ans, ait augmenté de 30 pour 100. « Il n'y a pas de preuve plus frappante de progrès en prospérité. » La Garonne est deux fois plus large que la Tamise à Londres, et le nombre des grands vaisseaux qui y sont ancrés offre sans doute « le plus riche tableau maritime dont la France puisse se vanter. »

Les hôtels sont excellents. « Nous trouvâmes à celui du Prince des Asturies tout ce que l'on peut souhaiter, mais avec des contrastes que l'on ne saurait trop condamner. Ainsi, nous avions un appartement très élégant, *on nous servait en vaisselle plate;* mais les lieux d'aisances étaient le même temple d'abomination que l'on eût trouvé dans les boues d'un village. »

Young cite à Bordeaux un emploi de la marée comme moteur [1]. Le passage est assez curieux, pour que nous le rapportions en entier.

Le nouveau moulin à farine et qui marche par les marées, qu'une Compagnie vient de construire, mérite d'être visité. Un grand canal

---

[1] *Voir* le Projet très étudié présenté tout dernièrement sur cette question à l'ordre du jour, par M. PAUL DECŒUR, ingénieur des Ponts et Chaussées (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* 12 mai 1890).

creusé sous le bâtiment et revêtu de murs en pierre de taille de quatre pieds d'épaisseur, reçoit la marée montante et la jette sur les roues ; de là, d'autres canaux, également soignés, la mènent à un réservoir d'où, en s'écoulant au reflux, elle produit encore du mouvement. Trois de ces canaux passent sous le bâtiment qui contient vingt-quatre paires de meules. Ces travaux sont admirablement exécutés pour la solidité et la durée. On estime la dépense à huit millions de livres. Je n'aurais pu croire que l'on aventurât ainsi une pareille somme. De combien une machine à vapeur pour faire le même ouvrage eût été plus économique, c'est ce que je ne rechercherai pas ; mais je crains que les moulins ordinaires établis sur la Garonne, et qui n'exigent pas de si énormes dépenses, n'arrivent, par le cours habituel des choses, à ruiner la Compagnie.

De Bordeaux, Young remonte vers Paris avec ses amis, en parcourant la Guyenne, l'Angoumois, le Poitou, la Touraine et, de nouveau, la Beauce. Son journal rapide est toujours semé d'utiles remarques, de réflexions originales assaisonnées d'une pointe d'humour, et la franchise seule conduit sa plume.

Nous glanons en courant, pour ne pas fatiguer le lecteur et arriver plus vite à notre but principal : le tableau succinct des différents aspects de l'Agriculture française à la veille de la Révolution.

Dans l'espace compris entre la Garonne, la Dordogne et la Charente, au milieu des marchés les plus importants, la quantité des terres laissées incultes est incroyable. Beaucoup d'entre elles sont au prince de Soubise, qui n'en veut rien céder. « Ah ! s'écrie Young, emporté par sa passion, si j'étais pour un jour le législateur de la France, comme je ferais sauter les grands seigneurs ! »

La fabrique de coutellerie de Châtellerault est considérable. Aussitôt les voyageurs arrivés, leur appartement est rempli de femmes et de filles de manufacturiers, ayant chacune sa boîte de ciseaux ou de couteaux, et présentant leurs offres d'une manière si polie qu'on se sent obligé de ne pas résister à leurs instances. Young signale ce fait qui l'étonne : *le travail est à peine divisé, et, cependant, les produits sont à bon marché.* Des ouvriers, n'ayant aucun rapport entre eux, exécutent toutes les parties, sans autre aide que celui de

leur famille. C'est, peut-être, que cette aide rend simplement la division du travail intérieure au lieu d'être extérieure.

Aux Ormes, en visitant la résidence du comte de Voyer d'Argenson, ministre des affaires étrangères pendant la guerre de 1744, Young note dans chaque pièce une forte tendance à imiter les modes et le mobilier anglais. C'est l'anglomanie, bien singulière chez d'Argenson, dont nous avons été si souvent atteints.

L'entrée et les promenades de Tours sont magnifiques. Le comte de Larochefoucauld y prend les fièvres. La méthode du meilleur médecin de la ville plut beaucoup à Young; car il eut peu de recours aux médicaments, beaucoup d'attention à ce que la chambre du comte fût fraîche et bien aérée, et sembla presque s'en remettre entièrement à la nature du soin de se débarrasser de ce qui la gênait. « Qui donc a dit, conclut Young, que la différence est grande entre un mauvais et un bon médecin, mais qu'il y en a bien peu entre un bon médecin et pas du tout? »

De Tours, on chemine jusqu'à Chanteloup, actuellement au duc de Penthièvre, et la verve de notre agronome s'épanche de nouveau. En contemplant cette retraite du duc de Choiseul exilé, il remarque que les grands seigneurs ont une malheureuse préférence à s'entourer de forêts, de sangliers et de chasseurs, au lieu de fermes propres et bien cultivées, de chaumières avenantes et de gais paysans. Si l'on signalait ainsi sa magnificence, à la place de la chair des sangliers, on *récolterait* l'expression d'une vive gratitude, et l'on fonderait la prospérité publique sur sa base la plus certaine : le bonheur privé.

Young s'adoucit un peu en constatant que le duc de Choiseul ne manquait pas de mérite comme fermier. Il y a, en effet, à Chanteloup une belle vacherie, dans laquelle une plate-forme centrale règne entre deux rangées de mangeoires pour soixante-dix-huit bêtes. Une autre étable en contient un peu moins, une troisième est destinée aux veaux. Le duc avait importé cent vingt vaches suisses très belles qu'il montrait tous les jours à sa société, car elles ne sortaient point. Il faut ajouter à cela la bergerie la mieux construite, et reconnaître

que, du haut de la pagode de cent vingt pieds de haut que le duc fit bâtir en mémoire des personnes qui ne l'abandonnèrent pas dans son exil et dont les noms sont inscrits sur des tablettes de marbre, les terres de rapport semblent mieux traitées et labourées que le reste du pays. Il faut en louer le duc, mais une grande part de ce mérite revient à l'exil. « Chanteloup n'eût jamais été ni bâti, ni arrangé, ni meublé, si le duc de Choiseul fût resté à Versailles. » Il en a été de même, comme nous l'avons vu, du château d'Aiguillon. Les ministres eussent envoyé leurs provinces et leurs domaines *à tous les diables*, avant d'avoir élevé de tels édifices ou formé de pareils établissements, « si on ne les avait chassés de la cour. »

En tenant compte des ressources et des époques, Young préfère de beaucoup Chambord à Versailles. C'est là que le maréchal de Saxe mourut ou fut tué en duel par le prince de Conti. Près du château, s'étendent les quartiers du régiment de quinze cents chevaux formé par le maréchal, et que Louis XV lui donna. La forêt ou le parc clos de murs renferme vingt mille arpents remplis de toute espèce de gibier. En voyant les grandes clairières qu'on y aperçoit de la plate-forme du château, si incultes ou si mal cultivées, Young enfourche son dada favori, et déclare que c'est à Chambord que le roi de France devrait établir une ferme modèle sur le système de récoltes-racines suivi en Angleterre. Le directeur et son personnel logeraient au château ; les casernes, qui ne servent plus à rien, seraient converties en étables ; et les coupes de bois de la forêt suffiraient à l'achat du bétail et à la mise en œuvre de l'entreprise... Vain rêve ! « Il a beau recommander de semblables institutions. On ne s'en est jamais occupé nulle part, et l'on ne s'en occupera jamais, jusqu'à ce que l'humanité soit régie par des principes tout autres. »

A Orléans, Young quitte ses amis et prend la route de Fontainebleau par Pithiviers, afin de pouvoir se rendre à Denainvilliers, résidence du célèbre agronome Duhamel du Monceau, mort quelques années auparavant. Il y va à pied, « pour le plaisir de parcourir des terres dont il a si souvent entendu parler, et qu'il regarde avec une sorte de vénération classique. » Il est heureux de retrouver dans un grenier les instruments

dont se servait son illustre confrère dans ses expériences, et de les voir mis en réserve (Était-ce bien en réserve?) jusqu'à ce qu'un autre fermier voyageur, aussi enthousiaste que lui, vînt contempler « les vénérables reliques d'un génie bienfaisant. »

Quatre milles avant Malesherbes, Young a la vue réjouie par les beaux arbres que l'ami de Turgot a plantés de chaque côté de la route. Pendant deux milles, ce sont des mûriers, qui rejoignent ensuite les magnifiques plantations de Malesherbes, où croissent de nombreux spécimens des arbres les plus curieux importés en France.

Young, de retour à Paris, accompagne le comte de Larochefoucauld à Liancourt, où il séjourne plus de trois semaines. Il loue les divers établissements formés par le duc, si éclairé et si charitable, et qui n'était pas le seul grand seigneur qui cherchât, à cette époque, à allier le dévouement au roi dont il était l'un des grands officiers et l'amour de la nation. Il reconnaît là la fausseté des idées qu'il s'était faites d'une maison de plaisance en France. Il ajoute que c'est, chez nous, une mode nouvelle, que de passer quelque temps à la campagne. Dans cette saison et depuis plusieurs semaines, Paris est relativement désert. Quiconque a un château s'y rend, les autres visitent les plus favorisés.

« Cette révolution a été préparée par les enchantements des écrits de Rousseau... Les femmes du premier rang en France rougiraient aujourd'hui de laisser allaiter leurs enfants par d'autres, et les corsets qui, si longtemps, torturèrent, comme encore en Espagne, le corps de la pauvre jeunesse, sont universellement bannis. »

Le duc de Liancourt devant présider l'Assemblée provinciale de l'élection de Clermont, invite Young au dîner de cette Assemblée, et celui-ci rend compte de la manière suivante de ses impressions :

Il se trouvait à ce dîner trois grands cultivateurs, non pas propriétaires, mais fermiers. J'examinai avec attention leur conduite en face d'un grand seigneur du premier rang... A ma grande satisfaction, ils s'en tirèrent avec une aisance et une liberté fort convenables, quoique mo-

destes, et d'un air ni trop dégagé ni trop obséquieux pour être en désaccord avec nos idées anglaises... Un spectacle plus singulier était la présence de deux dames au milieu de vingt-cinq à vingt-six messieurs : une telle chose ne se verrait pas en Angleterre. — Dire que les coutumes françaises l'emportent à cet égard sur les nôtres, c'est affirmer une vérité qui saute aux yeux. Si les femmes sont éloignées des réunions où l'entretien doit rouler sur des sujets plus sérieux que ceux qu'on traite d'ordinaire dans la conversation, elles resteront dans l'ignorance, ou bien se jetteront dans les extravagances d'une éducation exagérée, pédante, affectée, en un mot rebutante chez elles. L'entretien d'hommes s'occupant de choses importantes est la meilleure école pour une femme.

Young quitte Liancourt à regret, le 9 octobre 1787. Il veut revoir Paris pour la quatrième fois avant de retourner en Angleterre, examiner les monuments publics, parcourir les théâtres, visiter les savants et les agronomes, tâter le pouls à l'opinion publique. Son intention était de loger en garni; mais, en arrivant à l'hôtel de Larochefoucauld, il trouve son appartement tout préparé.

En quinze jours, il réalise ses projets. Il se lie avec M. Broussonnet, secrétaire de la Société royale d'Agriculture, qui le conduit au Jardin botanique et au Cabinet royal d'Histoire naturelle. Leurs richesses sont bien connues, et l'aimable politesse de M. Thouin donne au Jardin des charmes « qui ne viennent pas seulement de la Botanique ». — Il porte à l'Arsenal la lettre de recommandation que le docteur Priestley lui a donnée pour Lavoisier, « ce célèbre chimiste dont la théorie anéantissant le phlogistique, a fait autant de bruit que celle de Stahl, qui l'établissait ». Il prend rendez-vous pour visiter son laboratoire. Il admire cette retraite studieuse du génie, et loue Mme Lavoisier qui a préparé pour lui un *déjeuner anglais;* mais « dont la conversation est, sans contredit, la meilleure partie de son repas ». L'abbé Messier, astronome du roi et de l'Académie des Sciences, le reçoit. Il visite l'exposition de l'Académie de Peinture, au Louvre. « Pour un beau tableau d'histoire aux expositions de Londres, il y en a ici dix. » Les Gobelins sont la première manufacture de tapisseries du monde. L'École vétérinaire, établie en 1766, à Charenton, est une belle fondation, peu coûteuse. Cette école, avec une autre

semblable près de Lyon, n'exige que soixante mille livres par an pour cent élèves de toutes les provinces de France et de tous les pays étrangers, *sauf l'Angleterre*. Quant à la ferme de la Société royale d'Agriculture, qui y a été jointe en 1783, Young aime mieux l'oublier que de la décrire, et nous ne nous permettrons pas de décider entre un tel praticien et l'illustre Daubenton placé à la tête de cette ferme. L'École militaire, créée par Louis XV, pour cent quarante jeunes gens de la noblesse, ne plaît pas à Young. Ah! si c'était une école de garçons de charrue, à la bonne heure! Car c'est là une préoccupation qui ne l'abandonne jamais. Ainsi, il aime passionnément le théâtre, et proclame hautement notre supériorité à cet égard, à tous les points de vue; mais il s'empresse d'ajouter, pour rassurer son patriotisme : « J'écris ce passage d'un cœur plus léger que je ne le ferais, s'il me fallait donner la palme à la charrue française. »

Il va à Versailles encore une fois, et je ne puis, en songeant à tout ce qui suivra bientôt, me résigner à supprimer cette citation.

En parcourant l'appartement que le roi venait de quitter depuis un quart d'heure à peine, et qui portait les traces du léger désordre causé par son séjour, je m'amusais de voir les figures de vauriens circulant sans contrôle dans le palais, jusque dans la chambre à coucher; d'hommes dont les haillons accusaient le dernier degré de misère; et, cependant, j'étais seul à m'ébahir et à me demander comment diable ils s'étaient introduits. Il est impossible de n'être pas touché de cet abandon négligent, de cette absence de tout soupçon. On aime le maître de maison qui ne se sent pas blessé de voir, en arrivant à l'improviste, son appartement ainsi occupé; s'il en était autrement, tout accès serait bien défendu. C'est encore là un trait de ce *bon naturel* qui me semble si visible partout en France. Je désirais voir l'appartement de la reine, mais on ne me le permit pas. « Sa Majesté y est-elle? — Non. — Alors pourquoi ne pas le visiter aussi bien que celui du roi? — *Ma foi, monsieur, c'est une autre chose!* »

Le jugement de Young sur Paris peut se résumer de la manière suivante :

Monté sur les tours de Notre-Dame, il trouve que c'est une

grande ville, même pour ceux qui ont vu Londres du haut de Saint-Paul. Sa forme circulaire lui donne un grand avantage; la pureté de son ciel, comparée aux nuages de fumée de charbon de terre qui enveloppent toujours Londres, lui en donne un plus grand encore. D'ailleurs, les rues de Paris sont incroyablement sales, et dangereuses à parcourir à cause de leur étroitesse et de leur encombrement. La plupart manquent de trottoirs. La promenade, si agréable à Londres et si facile même pour les dames en toilette, est ici un travail, une fatigue, une inquiétude. Les voitures sont nombreuses, et il y a une infinité de cabriolets à un cheval, menés à toute bride par des écervelés, qui vous obligent à d'incessantes précautions pour n'être pas renversé ou couvert des pieds à la tête par l'eau du ruisseau. Toutes les personnes peu aisées allant nécessairement à pied, sont forcées par cet état de la ville de s'habiller tout en noir. Cette couleur sombre n'est pas, en elle-même, si triste que la démarcation qu'elle établit entre un homme riche et un homme qui ne l'est pas. L'orgueil, l'arrogance, la dureté des Anglais riches rendraient cette différence insupportable, tandis que le bon naturel, trait dominant du caractère français, adoucit toutes ces causes d'irritation.

Les gages des domestiques sont à peu près les mêmes des deux côtés du détroit; mais, à Paris, on a beaucoup de peine à se faire accepter comme pensionnaire dans une famille, et le prix est beaucoup plus élevé qu'à Londres où cette manière de vivre est habituelle. Tout compte fait, une personne de fortune modeste peut vivre beaucoup plus commodément à Londres.

Néanmoins, les désavantages de Paris sont compensés, aux yeux de l'homme de lettres et du savant, par toutes les facilités qu'ils y rencontrent et par la société qui les accueille. Leur commerce avec les grands est plein de dignité. Ceux-ci se tiennent au courant des travaux qui paraissent et envient la gloire que donnent la Science et la Littérature. Il faut plaindre l'homme qui croirait être bien reçu dans un cercle brillant de Londres, sur son seul titre de membre de la Société royale. Au contraire, à Paris, un membre de l'Académie des Sciences

est certain partout d'un excellent accueil. En deux mots, soyez riche à Londres, ayez à Paris une valeur personnelle.

Quant à l'état de l'opinion à ce moment critique, tout le monde est d'avis que la réunion des États-Généraux du royaume ne peut se faire sans provoquer une révolution dans le Gouvernement; tous s'accordent à pressentir quelque chose d'extraordinaire, et *l'idée d'une banqueroute est loin d'être rare*. Seulement, on croit qu'une pareille mesure, pour ne pas entraîner la guerre civile et la chute complète du gouvernement, doit être exécutée par un homme capable, plein de vigueur et de fermeté; au contraire, elle amènera très probablement les deux, si elle est confiée à d'autres mains. Mais la confusion est si grande dans les esprits, que Young ne voit pas bien quelle espèce de liberté naîtra de la réunion des États.

Notre voyageur quitte enfin Paris, le 28 octobre, par la route de Flandre. Le 1er novembre, il fait un détour pour voir le canal de Picardie. Ce grand travail est entièrement arrêté depuis le ministère de Loménie de Brienne, archevêque de Toulouse, et Young s'écrie : « Quand nous voyons de tels ouvrages languir faute de fonds, nous devons en toute raison nous demander : quels sont donc les services auxquels on pourvoit? Et conclure que chez les rois, les ministres et les nations, l'économie est la première des vertus : sans elle, le génie est un feu follet, la victoire un vain bruit, la splendeur d'une cour un vol public. »

Le voilà enfin à Calais, content de son voyage, mais ne regardant pas son enquête comme terminée, et voulant revenir *encore et encore* avant de se hasarder à conclure.

Il attend trois jours un vent favorable. Un capitaine, qui lui avait donné parole, le trompe pour s'engager avec une famille qui ne voulait recevoir personne sur le même bord. « Je ne demandai même pas, dit Young, à quelle nation appartenait cette famille. » Il connaissait ses compatriotes.

Puis, il ajoute : « Douvres, Londres, Bradfield (c'est là qu'il résidait); je ressens plus de plaisir à donner à ma petite fille une poupée de France qu'à voir Versailles. »

II.

Nous venons de voyager en France avec Young, du 15 mai 1787 au 15 novembre de la même année. Cela peut suffire pour le juger comme homme et comme moraliste, et pour nous figurer de loin notre pays à cette époque ([1]).

Nous pouvons maintenant ne plus voir dans le célèbre Anglais que le fermier de Bradfield, et présenter le résumé de ses observations consciencieuses sur la situation de notre Agriculture au moment de la réunion des États-Généraux et de l'Assemblée constituante.

Young rappelle la division du royaume en bassins, division adoptée et mise en lumière pour la première fois par les géographes français. Il trace un tableau très exact de nos différents sols et de l'aspect de nos différentes provinces. Sauf les améliorations dues aux desséchements, la carte qu'il a dressée est encore un excellent guide.

On y trouve le partage, aujourd'hui classique, de la France en trois zones *qui se superposent :* celle de l'olivier, celle du maïs, celle de la vigne.

Pour Young, notre principale supériorité au point de vue du climat, c'est qu'il nous permet d'affecter à la culture de la vigne une large portion du royaume. C'est là une magnifique culture (décriée pourtant de la manière la plus injustifiable par quantité d'écrivains, les Français en tête), puisqu'on peut, grâce à elle, tirer, de pauvres roches presque verticales et qui demeureraient stériles autrement, autant de profit que des plus riches vallées. Que ferait-on en Angleterre de ces immenses espaces placés en France au premier rang? Tout au plus serviraient-ils à former des garennes ou des parcours de moutons.

Un second avantage, mais qui est borné aux zones du maïs et de l'olivier, c'est de pouvoir obtenir deux récoltes par an

---

([1]) Des deux voyages que Young effectua de nouveau en 1788 et en 1789, le dernier est de beaucoup le plus important; nous croyons que les historiens peuvent, encore aujourd'hui, consulter son récit avec fruit.

d'une grande partie des terres arables : une moisson hâtive et la disposition de cultures impossibles en Angleterre donnent à ces deux zones ce privilège inappréciable.

Quant au maïs, son importance est considérable. Suivant Young, la seule bonne Agriculture du royaume (excepté dans quelques districts très riches, mais peu étendus) est fondée sur la possibilité d'employer cette plante. « Où il n'y a pas de maïs, il y a des jachères; où il y a des jachères, le peuple meurt de faim. » En cultivant le maïs, on prépare la terre pour le froment, et les habitants y trouvent à la fois leur propre nourriture et un fourrage pour engraisser leur bétail.

Enfin, il faut encore signaler, comme ayant de plus grandes conséquences qu'on ne le soupçonnerait d'abord, l'énorme quantité de fruits qui, par toute la France, entre dans l'alimentation du peuple.

S'il s'agit maintenant d'établir une comparaison, l'humidité atmosphérique dont jouissent les provinces françaises au nord de la région des vignes, favorise à un plus haut degré l'Angleterre et l'Irlande! « Cette humidité, que l'hygromètre décèle mieux que le pluviomètre, joue un rôle décisif dans l'élève du bétail par le pâturage et l'adaptation des assolements à sa nourriture. » Et, par là, le Royaume-Uni reprendrait l'avantage.

Quel est donc le climat le plus favorable à l'Agriculture? Celui de la France ou celui de l'Angleterre? Young n'hésite pas un instant à préférer la France. « Seulement, ajoute-t-il, nous tirons très bon parti de notre climat, tandis que, sous ce rapport, plus de la moitié des cultivateurs français sont encore dans l'enfance. »

Après cette entrée en matière, Young s'élève contre la diversité infinie des mesures françaises, diversité qui est cause de la peine également infinie qu'il a éprouvée dans ses recherches sur les produits et sur les prix. Il affirme que ces variations sont beaucoup moindres en Angleterre.

En France, les mesures diffèrent, non seulement pour chaque province, mais pour chaque district, presque pour chaque ville. — Et cela, aussi bien pour la terre que pour le blé. — L'ignorance des paysans est générale; ils ne connais-

sent ni l'arpent, ni le setier de Paris, les deux mesures le plus généralement reçues dans le royaume.

L'arpent de Paris et l'arpent de France (1) sont également répandus et autorisés, bien que leurs valeurs soient très distinctes. Ils sont souvent confondus, même par des écrivains agronomes et par des sociétés d'Agriculture. Le nombre des dénominations de mesures est incroyable, sans aucun point de repère. Il n'y a que le pied carré qui doive servir de commune mesure, et le pied lui-même varie. En Lorraine, il ne vaut que 10 pouces et une fraction, et, dans cette province, la livre et le sol n'ont pas non plus les mêmes valeurs que dans le reste du royaume.

A quelque distance de Paris, on n'entend plus parler par arpents et setiers. On est perdu dans les *franchars* de blé et dans les *mancos* de terre. Un peu plus loin, ce sont les *mines* de terre, etc. Le seul fil conducteur, c'est que souvent une dénomination pareille s'applique à la mesure de froment ou de seigle et à la mesure de terre. On entend alors généralement que la mesure de grains dénommée est la quantité de semence exigée pour la mesure de terre de nom semblable. Ainsi, septier et septerée, quartier et quarterée, boisseau et boisselée. Encore, y a-t-il des exceptions. De là, l'impossibilité d'arriver à des résultats parfaitement exacts. Young espère au moins que ceux qu'il indique pourront être regardés comme suffisamment pratiques, parce qu'il a observé et calculé sur les lieux mêmes. Les livres français sont faits de telle sorte à ce point de vue, qu'il faut voyager dans le pays ou se résigner à rester ignorant au milieu de dix mille volumes (2).

Sans nous astreindre à suivre l'éminent agronome dans tout

---

(1) L'arpent de Paris répond à $0^{ha},3419$ et l'arpent de France ou des Eaux et Forêts à $0^{ha},5107$. L'ancien boisseau vaut 13^{lit}, et le setier de 12 boisseaux vaut $1^{hl},56$. Le poids moyen de l'hectolitre de froment est de 76^{kg}; ce poids s'abaisse pour le seigle, l'orge et l'avoine, à 72^{kg}, 64^{kg} et 47^{kg}.

(2) Young rapporte qu'on l'a adressé, en France, à plus d'une douzaine de personnes s'occupant d'Agriculture, qui ne savaient pas la mesure du pays où elles vivaient et ne pouvaient la découvrir si, par accident, l'arpenteur était absent ou ne résidait pas dans la ville.

le détail de ses recherches pour résoudre l'épineuse question du produit du blé et celle de la rente et du prix de la terre à cette époque, nous croyons devoir noter rapidement ses appréciations les plus intéressantes sur les diverses parties de notre territoire.

Dans la Flandre, la terre porte une récolte chaque année, tandis que, d'Orléans à Valenciennes, la rotation est partout la même : jachère, froment, blé de printemps. On parvient, comme maximum, à des rentes annuelles de 98^{fr} par hectare et à des rendements de 21 hectolitres et demi, en semant 2^{hl}, 24 par hectare. Le chanvre et le colza passent avant le froment, et, chaque année, les carottes, navets, fèves, etc., couvrent le pays d'une grande variété de cultures.

L'intérêt du capital tombe ici à peu près à 2 pour 100; ce que Young, dans ce pays si fertile et si bien cultivé, attribue au nombre des petites propriétés et à la passion pour les acquérir, qui conduit à payer la terre plus qu'elle ne vaut et fait ainsi hausser le prix de toutes les terres du pays. D'autre part, la province est remplie de villes riches où abondent les manufacturiers et les commerçants. Ceux d'entre eux qui ont réussi sont disposés, en quittant les affaires, à acquérir des biens-fonds et à devenir cultivateurs. En raison de la concurrence qui en résulte pour l'achat des grandes propriétés, le capital tend également à augmenter par rapport à la rente ou au revenu qui demeure à peu près stationnaire.

En Picardie, dans la région riche de la province, la bonne terre se loue 77^{fr},25 par hectare, et celle de qualité inférieure moitié moins. Les meilleures terres donnent un rendement de 21 à 22 hectolitres de froment par hectare, et de 19 à 20 hectolitres en céréales de printemps. En moyenne, la propriété territoriale donne un intérêt de 3 pour 100, qui pourrait s'élever jusqu'à 4 si les achats se faisaient avec un peu plus d'attention.

Dans l'Ile-de-France, comme l'étendue de la province et l'influence de la capitale peuvent le faire prévoir, les variations sont très grandes. On trouve des rentes de 140^{fr} par hectare, et l'on tombe au-dessous de 30^{fr}. Les rendements peuvent

s'élever à 30 hectolitres par hectare et s'abaisser à 15. Les domaines rapportent de 2,5 à 3,5 pour 100.

En Normandie, on retire 3 à 4 pour 100 des biens-fonds qui se vendent souvent 24 fois le revenu. Là où les manufactures s'étendent, comme on l'a déjà dit pour la Flandre, la terre monte beaucoup au-dessus de sa valeur, parce que la concurrence pour l'acquérir n'est pas seulement fondée sur le produit à en tirer. Le sol est alors, en général, mal cultivé. C'est ce que prouve en plein l'aspect du pays de Caux, si manufacturier, et où la terre s'afferme pourtant en moyenne 80fr par hectare. On peut voir là que l'industrie manufacturière ne rend pas à l'Agriculture d'un pays les services qu'on prétend.

Ce qu'il y a à louer en Normandie, ce sont ses magnifiques herbages, dont on tire un si grand profit pour l'engraissement des bœufs. Il faudrait seulement améliorer la race des moutons mêlés aux bestiaux : ils devraient être de plus grande taille et avoir une laine plus longue. A part cette restriction, c'est une superbe exploitation, à laquelle le capital ne manque pas. Dans la vallée de Corbon, qui constitue la plus riche partie des beaux pâturages du pays d'Auge, ils se vendent, par hectare, jusqu'à 5400fr et se louent 270fr.

Quant au sol arable, Young n'en a pas vu un acre bien travaillé dans toute la province; mais sa bonté est telle qu'on atteint sur certains points des rendements de 33 hectolitres par hectare.

La plaine de la Garonne présente un sol excellent, inférieur cependant à celui des Flandres; mais cette région l'emporte par son climat sur celle du Nord. Grâce à cette influence prépondérante, les produits y sont plus abondants et de meilleure qualité, même sur les sols médiocres. En outre, des espaces qui, dans le Nord, seraient boisés ou abandonnés aux moutons, sont ici couverts de vignes magnifiques et rivalisent avec les meilleures terres arables. Sur certains points, ces terres valent près de 6000fr l'hectare, il y en a beaucoup à 4460fr, et le froment y rend 20 pour 1.

Les petites propriétés sont extrêmement nombreuses près de la Garonne, et l'on s'y dispute les moindres parcelles.

Pour le voyageur qui ne s'écarte pas de la grande route, l'aspect le plus florissant de la France est le trajet de Bordeaux à Montauban et à Toulouse. En sortant de Bordeaux, qui compte peu de rivales pour le commerce et la beauté, on admire la magnifique Garonne animée par le commerce intérieur et qui coule dans une des plus fertiles vallées de l'Europe. Les montagnes qui la bordent sont couvertes des vignobles les plus productifs peut-être qui soient au monde; les villes y sont nombreuses et puissantes; la campagne n'est qu'une ville. Qui n'a pas contemplé cette scène, n'a pas vu ce qu'il y a de plus beau en France.

La plaine de la Limagne, au milieu des montagnes volcaniques de l'Auvergne, est due sans doute aux dépôts accumulés par l'Allier qui la traverse. Cette rivière et ses affluents auraient apporté, des hautes montagnes où se trouvent leurs sources, le limon qui compose ce sol exceptionnel jusqu'à une très grande profondeur. On peut, en quelques endroits, suivre les couches successives du terrain solide ainsi formé. On comprend facilement que cette plaine doit être d'une fertilité extraordinaire. Elle ne reste jamais en jachère, et les prix y sont fort élevés. L'Agriculture s'y soutient seule, loin d'aucune grande ville, de toute navigation intérieure et de manufactures un peu considérables. C'est là un fait important à signaler. Les prairies, les chènevières, les jardins et les vignes sont très bien soignés; mais les terres labourables sont mal cultivées et devraient porter des récoltes doubles ou triples. Près de Clermont-Ferrand, le rendement en blé est de 7 à 10 fois la semence, ce qui n'est rien, si l'on tient compte de la bonté du terrain; mais ce qui s'explique par ce fait que les meilleures terres donnant trop de paille, on les ensemence en seigle, en réservant le froment pour les terres inférieures. La rente n'en est pas moins de 168^{fr} par hectare. Pour les prairies dont la valeur moyenne est de 6074^{fr} l'hectare, la rente s'élève à 240^{fr}.

La plaine d'Alsace offre un sol excessivement fertile et bien cultivé. Autour de Strasbourg, la terre, sans arbres, mais destinée à créer des jardins, se vend 8540^{fr} l'hectare. La terre labourable vaut à peu près 3000^{fr}. Les biens donnent 2,5 à 3 pour 100 d'intérêts.

Après avoir ainsi passé en revue les diverses régions que

nous venons de signaler et qui comptent parmi les plus riches du royaume, Young déclare qu'on ne peut s'empêcher de convenir que la France a un sol et une Agriculture qui occupent un très haut rang parmi ce qu'il y a de meilleur en Europe. Il est presque impossible de rendre plus rapide la succession des récoltes, la moisson de l'une donnant le signal de l'ensemencement de l'autre; ce qui est le point essentiel, lorsque ces récoltes sont aussi bien disposées, c'est-à-dire quand celles que l'on peut sarcler et qui améliorent le terrain précèdent celles qui l'appauvrissent et le salissent. Malgré les réserves faites relativement aux jachères, « *un fermier anglais gagnerait à visiter ces provinces*. »

Nous nous emparons immédiatement de ce précieux témoignage. Il nous aidera à supporter, pour le reste de notre esquisse, la mauvaise humeur et les critiques, sans nul doute justifiées en grande partie, de l'habile agronome qui se serait certainement établi en France sans la Révolution ([1]).

La région des bruyères, qui comprend la partie ouest de la Normandie vers les côtes, la Bretagne, le Maine, l'Anjou et les landes de Gascogne, est exploitée dans les plus mauvaises conditions. Rien n'y atteint sa valeur réelle, et les inégalités sont extrêmes. A Rennes, il y a des terres dont la rente est de 112fr par hectare, tandis que la même contenance de landes est cédée à raison de 10 sous. Tout près de Saint-Brieuc, des pièces de très bon terrain se vendent 5654fr l'hectare et se louent 202fr; le blé y rend près de 45 hectolitres par hectare. A Morlaix, les espaces incultes se donnent *par-dessus le marché*. Plus de la moitié de la Bretagne est abandonnée sans culture. La *triste* Sologne, toute désolée qu'elle soit, paraît supérieure à Young. Dans les landes de Gascogne, d'immenses terrains ne portent que des fougères et de mauvaises herbes; mais, dans les parcelles un peu meilleures, le travail est infiniment mieux entendu qu'en Bretagne. Dans la région des

([1]) En août 1789, Young visita le domaine de Riaux, à huit milles de Moulins, et ce ne fut pas peu de chose pour lui de résister à la tentation de l'acheter et de s'y établir; mais il craignit d'acquérir avec ce domaine *sa part d'une guerre civile*.

bruyères, le revenu brut du propriétaire est d'environ 5 pour 100; le rendement en blé et en seigle est de 6 pour 1 de semence. Les parties mises en rapport valent, en moyenne, 1235^{fr} l'hectare; et, à côté, d'immenses solitudes, qui seraient aisément capables d'une production égale, sont louées *à perpétuité* $1^{fr},30$ l'hectare. Il y a là une preuve d'ignorance en fait de défrichement et de culture améliorante, qui montre combien l'Agriculture française est réellement en retard sur ce point.

Dans *les régions montagneuses* constituées par le Roussillon, le Languedoc, l'Auvergne, le Dauphiné et la Provence, les inégalités sont aussi très grandes. On ne peut comparer, en effet, des vallées relativement fertiles avec des hauteurs à l'état sauvage; et, lorsque ces vallées elles-mêmes sont irriguées convenablement à l'aide des eaux fournies par une vaste étendue de montagnes, elles atteignent une valeur exceptionnelle.

En Provence, 8 pour 1 est regardé comme un bon rendement, et 4 pour 1 comme un mauvais. La moyenne est 5, c'est-à-dire $12^{hl},57$ par hectare, signe d'une pauvre Agriculture. Lorsque les cultivateurs remplacent la charrue par la houe, et remuent mieux et plus profondément le sol, ils obtiennent plus de 7 pour 1 ou $17^{hl},96$ par hectare. La meilleure acquisition ne rapporte pas au delà de 4 pour 100.

A Marseille, le célèbre abbé Raynal affirme à Young que la moyenne générale du rendement pour toute la France ne va pas au delà de 4,5 pour 1.

Dans le Lyonnais, le rendement n'est que le quadruple de la semence, et la valeur de la terre arable n'est, à contenance égale, que la moitié de la valeur des prairies.

Dans la Bresse, le rendement ordinaire pour le blé est de 5 pour 1; mais le maïs rend au moins 12 pour 1.

La partie montagneuse occupe peut-être les sept huitièmes de la surface en Languedoc, la moitié en Provence, les deux tiers en Dauphiné, les trois quarts en Auvergne. Ces immenses étendues abondent en charmantes vallées; mais ces dernières sont de peu de largeur, et les pentes cultivées ne forment qu'une fraction insignifiante du total. Les grands espaces

incultes, sans propriétaires, sans haies pour les clore, servant en général de communaux aux paroisses.

Le voisinage des montagnes donne aussi aux terres des vallées, en raison de leur très faible étendue, une valeur extraordinaire. En même temps, le foin et la paille sont en France la nourriture presque exclusive du gros bétail et des moutons pendant l'hiver. Cette économie mal entendue donne aux prés une valeur double de celle qu'une meilleure exploitation leur assignerait.

Les régions pierreuses sont formées spécialement par la Lorraine, la Franche-Comté, la partie de l'Alsace qui en est voisine et la Bourgogne, jusqu'à la plaine de gravier où coule la Loire.

A Metz et aux environs, le froment donne 5,5 pour 1 sur les meilleures terres, et 3,5 sur les terres médiocres. Les biens donnent net 3,5 ou 4 pour 100, et se vendent pour vingt-quatre ans de revenu. Le rendement moyen en blé dépasse 20 hectolitres par hectare. Le premier choix de terre vaut 4918fr l'hectare, et la qualité médiocre 2508fr.

A Nancy et aux environs, les prix extrêmes sont 3138fr et 1046fr l'hectare. Les domaines soumis à des redevances féodales honorifiques donnent 3 à 3,5 pour 100 de revenu; ceux qui en sont exemptés donnent 5 pour 100.

En Franche-Comté, il y a beaucoup de jachères et le froment est pauvre. La culture du maïs est à encourager, mais son mélange avec le chanvre lui nuit.

En Bourgogne, on trouve de grands espaces abandonnés, et ceux que l'on cultive sont négligés. Cependant, on y rencontre de riches vallées bien unies, bien arrosées et capables de fournir de beaux produits, même avec une mauvaise exploitation. Ce territoire, *à l'exception des vignes,* est l'un des plus mal entretenus du royaume.

Quant à la Lorraine, elle est dévorée par le fléau des communaux, et là où ils existent il ne peut y avoir d'Agriculture profitable. Le bon roi Stanislas, son dernier souverain, semble ne pas s'en être préoccupé, et la province reste, comme par le passé, la plus pauvre de France.

Les régions crayeuses comprennent, d'une part, la Cham-

pagne, et de l'autre la Touraine, le Poitou, l'Angoumois et la Saintonge. Young, qui y joint la Sologne, regarde ces régions comme les plus mal cultivées de France. Leur exploitation intelligente dépendrait, en effet, de trois choses : les fourrages artificiels, les navets et les moutons, *dont aucune n'y est plus connue que chez les Hurons*. La terre se vend en moyenne pour vingt-cinq ans de revenu et rapporte 4 pour 100. Le rendement pour le froment et pour le seigle est de 4 pour 1. Il faut toujours, bien entendu, mettre les vignes de côté, notamment pour la Champagne.

La région des graviers commence en Bourgogne vers Autun, et englobe le Bourbonnais et le Nivernais. C'est le seigle qu'on y cultive presque exclusivement, avec des rendements de 5 à 6 pour 1. Il y a dans le Nivernais un peu plus de variété, l'avoine succédant quelquefois au seigle et quelques terres à froment se rencontrant de loin en loin. Cette région pourrait être très aisément améliorée, et une culture bien réglée permettrait d'y élever une belle race de moutons au lieu de celle qui y végète aujourd'hui. Rien de plus misérable que les métayers du Bourbonnais.

Nous ne dirons rien du Berry, de la Marche et du Limousin, aussi peu fortunés que les régions précédentes, et sur lesquels Young ne s'étend pas; et nous ferons enfin connaître les résultats qu'il croit pouvoir déduire de toutes ses recherches.

En résumé, Young formule les conclusions suivantes :

Le prix moyen de toute terre cultivée du royaume est de $1235^{fr},55$ l'hectare.

La rente de ce qui se loue est de $48^{fr},15$ l'hectare.

Le produit moyen du froment et du seigle est de $16^{hl},17$ par hectare.

La récolte est le sextuple de la semence.

La terre paye 3,75 d'intérêts.

Pour donner à ces résultats leur valeur précise, il faut remarquer que Young a retiré de ses calculs les vignobles, les jardins et tous les endroits d'une fertilité extraordinaire. Il a

rejeté également les friches, les pacages à mouton, tout ce qui ne donne aucun profit. Il n'a donc considéré que les terres cultivées en général.

Mais il ne faut pas oublier que la plus grande partie de la France n'est pas louée pour de l'argent comptant, mais pour la moitié, le tiers du produit. Pour un cas de fermage proprement dit, il y en a peut-être vingt de métayage.

C'est ce qui explique sans doute l'élévation de la rente en comparaison de l'état de l'Agriculture; mais le propriétaire étant obligé dans le métayage de fournir le cheptel, Young croit cette élévation plus apparente que réelle, puisque le propriétaire doit alors tenir compte non seulement de l'intérêt de la terre, mais encore de celui de l'argent qu'il y met tous les jours : il remplacerait donc le chiffre de 3fr,75 d'intérêts par celui de 3fr,25. Quoi qu'il en soit, ce qui favorise encore ces hauts prix par rapport à ceux de l'Angleterre, « c'est la franchise de la taxe des pauvres, à laquelle il faut ajouter *les modestes proportions des dîmes* ».

En comparant avec l'Angleterre, Young trouve une ressemblance singulière, relativement au prix et à la rente. En rejetant les pacages à mouton, les garennes et les landes, la rente du sol cultivé en Angleterre s'élève probablement *très peu au-dessus* de 48fr,15. L'intérêt de 3,75 ou plus exactement de 3,25 pour 100 payé en France par la terre surpasse au contraire celui qu'elle paye en Angleterre, et qui ne dépasse pas 3 ou même 2,75 pour 100. En somme, la terre se vend aussi cher en France qu'en Angleterre. C'est que le produit net sur les biens territoriaux est plus grand en France, parce que, comme on l'a déjà dit, il n'y a pas de taxe des pauvres et que les dîmes sont bien plus modérées. De plus, il y a beaucoup plus de petites propriétés en France : les épargnes de la classe pauvre y sont converties en terre. Cet usage n'existe pas en Angleterre, où les mêmes épargnes sont prêtées sur gages ou bien mises dans les fonds publics. Il y a donc pour l'achat des terres en France une concurrence qui, *fort heureusement suivant Young*, n'a pas lieu en Angleterre. Nous nous permettons de ne pas être ici de son avis.

Quant au rendement en grains, la différence est grande,

parce que l'Agriculture anglaise est bien plus avancée. L'Angleterre donne en froment et en seigle un produit moyen de $21^{hl},56$ par hectare, bien supérieur aux $16^{hl},17$ que donne la France. En outre, le blé anglais est tellement mieux nettoyé que, à cause des déchets, ce n'est pas le rapport de 21 à 16 qu'il faudrait admettre, mais plutôt celui de 22,45 ou de 22,5 à 16. Ajoutons que le blé en Angleterre succède le plus souvent à d'autres récoltes préparatoires, tandis que le blé de France est semé sur jachère avec tout le fumier de la ferme.

En France, on regarde le froment et le seigle comme les vrais soutiens de la ferme et du fermier. Ces récoltes devraient donc l'emporter de beaucoup sur les récoltes anglaises où ces grains jouent un rôle moins important, d'autant plus que le sol et le climat français sont généralement bien meilleurs. Au contraire, les récoltes de printemps en Angleterre l'emportent tellement sur les misérables blés de mars en France, qu'on peut dire que la proportion des produits en grains de l'Angleterre et de la France est, en réalité, celle de $25^{hl},15$ à $16^{hl},17$ par hectare, ou plus de moitié en sus. En sorte qu'un territoire de trente-quatre millions d'hectares comme celui de l'Angleterre pourrait donner autant et plus de grains qu'un territoire de cinquante-trois millions d'hectares comme celui de la France.

L'une des principales raisons de ce contraste doit être dans la misère des gens de la campagne en France. Les fermiers, dans la plus grande partie du pays, sont confondus avec les paysans et, pour l'aisance, ne sont guère au-dessus des journaliers. Ce sont des métayers qui ne demandent que leur vie, tandis que le fermier anglais a droit, non seulement à se soutenir lui et sa famille, mais encore à l'intérêt du capital qu'il a engagé et dont le produit futur de la ferme dépend autant que de la terre elle-même. En un mot, c'est un entrepreneur d'Agriculture, et non un simple manœuvre.

Heureusement pour la France, il faut tenir compte d'autres circonstances. Les vignes sont, dans ce royaume, l'objet d'une culture immense et offrent des avantages même supérieurs à ceux qu'on retire en Angleterre de la culture perfectionnée des grains. Le maïs a également beaucoup d'impor-

tance. Il ne faut pas oublier non plus les oliviers, les mûriers, la luzerne, les beaux herbages de Normandie, et les diverses cultures des Flandres, de l'Alsace, d'une partie de l'Artois et des bords de la Garonne. Sur cette étendue considérable, la France possède une Agriculture égale à l'Agriculture anglaise. C'est par là qu'elle remonte à son rang qui, sans ces conditions favorables, ne serait, d'après Young, en face de la Grande-Bretagne, que celui d'une puissance de second ordre.

III.

Pour ne pas interrompre le tableau que nous voulions tracer, nous n'avons pas développé dans ce qui précède une des objections les plus convaincues et les plus vives de Young contre notre Agriculture : c'est le système de rotations adopté en France. Young ne tarit pas, il a des explosions d'éloquente fureur, et nous devons y insister pour que notre résumé ne présente pas de lacune sur un point principal.

La succession des récoltes sur un même sol, ce qu'on appelle leur *rotation*, est l'une des questions agricoles les plus graves. On peut être amené à introduire dans cette rotation une interruption de récolte, c'est-à-dire une jachère complète, non pour laisser reposer le sol, mais pour l'ameublir et le préparer ; car il peut arriver que, entre la récolte d'une plante et la semaille de la suivante, le temps manque pour façonner la terre aussi complètement qu'il est nécessaire, relativement aux récoltes périodiques à obtenir dans l'assolement choisi.

La jachère est défendable dans certains cas et sous certaines conditions, et elle existe même dans la patrie de son plus virulent adversaire; mais il faut dire que Young s'élève surtout contre la jachère triennale telle qu'on la pratiquait alors généralement en France, et qui est en effet un misérable système de culture. Ses arguments, à ce sujet, conservent leur valeur.

En rappelant que la rotation usuelle dans nos régions les plus fertiles, sauf les Flandres, consiste dans la succession

d'une jachère, d'une récolte de blé et d'une récolte de printemps, Young s'écrie :

Quand nous voyons les terrains les plus beaux, les plus profonds et les plus riches du monde, comme ceux qu'on trouve entre Bernay et Elbeuf, dans le pays de Caux, la Normandie et les environs de Meaux, soumis à la rotation barbare d'une jachère, suivie d'un froment, puis d'une récolte de printemps d'un produit misérable, tout se résumant en une récolte de froment, nous pouvons dire que dans un tel pays l'Agriculture en est encore au dixième siècle... L'ignorance générale des bons principes (sur ce point spécial des rotations) n'est pas plus visible dans les champs du fermier que dans les livres français sur l'Économie rurale. Je pourrais citer des centaines d'écrivains vantant la culture du pays de Beauce et de la Picardie; cependant, ces mêmes districts sont sans mérite aucun et, assujettis aux chaînes de jachères régulières, ils ne produisent qu'une bonne récolte en trois ans.

Néanmoins, Young constate que ce préjugé de la jachère triennale ne règne pas partout.

Dans la riche plaine d'Alsace, comme dans les Flandres, les terres ne sont jamais en friche. On prépare le blé par d'autres récoltes : pommes de terre, pavots pour l'huile, pois, maïs, trèfle, chanvre, tabac, etc. Mais, si l'on passe des Flandres ou de l'Artois en Picardie, ou si l'on va de la plaine d'Alsace en Lorraine ou en Franche-Comté, on est dans un nouveau royaume : « On a franchi la frontière entre le bon sens et la sottise. »

En partant du Limousin pour se diriger vers la plaine de la Garonne, les jachères ne cessent régulièrement qu'au moment où l'on rencontre le maïs. Cette précieuse plante prépare alors le sol pour le froment dans cette rotation biennale : maïs et froment. Le chanvre peut être substitué au maïs. Avant la ligne du maïs, les récoltes les plus profitables se suivent sans interruption sur les sols d'une fertilité naturelle extraordinaire; mais, dès que le terrain demande un peu plus d'efforts, on revient immédiatement à la jachère, et l'on saute sans transition d'une bonne culture à une exécrable. Ainsi, la ligne du maïs peut être regardée comme séparant exactement la bonne exploitation du Sud de la mauvaise du Nord.

La région des bruyères, Bretagne, Maine et Anjou, est exploitée dans des conditions particulières. Le sarrasin s'y trouve partout en grande quantité. Le trait caractéristique de l'Agriculture du pays, c'est la pratique de l'écobuage et la culture du genêt. On écobue les pièces abandonnées après épuisement, pour les épuiser par de nouvelles récoltes successives. Le pays n'ayant ni bois, ni charbon de terre, le genêt sert de combustible et joue un rôle important. On en vend si bien les fagots, qu'un hectare de genêtière vaut 1077^{fr}. La rotation ordinaire est celle-ci : on sème d'abord du genêt et de l'avoine, puis du genêt les trois années suivantes; on le coupe la quatrième année, mais on l'a fait pâturer tout le temps; les trois années suivantes, on sème du froment, du seigle, du sarrasin, et l'on reprend ensuite le genêt et l'avoine.

Dans les régions de montagnes, lorsqu'on a l'eau à sa disposition, on supprime la jachère et on la remplace par le trèfle, les haricots, le millet et le maïs.

La Lorraine et la Franche-Comté offrent l'introduction de la pomme de terre dans leur culture habituelle ; on en rencontre plus dans ces deux provinces que dans aucune autre partie du royaume.

En Sologne et dans les deux provinces du Nivernais et du Bourbonnais, la rotation est biennale : jachère et seigle. Les résultats sont déplorables.

A quoi rattacher cet usage funeste de la jachère en France? Young pense qu'il faut l'attribuer au désir exagéré d'avoir autant de froment et de seigle que possible. Les famines fréquentes causées par les entraves apportées au commerce des grains et par l'application de lois absurdes ont dû faire naître ce désir. Mais c'est une grande erreur de croire que plus on sème de blé, plus on en récolte. Il faut surtout tenir compte du bétail entretenu et de la fumure qui en résulte. Quand on se rappelle que les bois couvrent la septième partie du sol, que la vigne absorbe d'immenses espaces, et les landes des étendues encore bien plus considérables, on est surpris qu'une population aussi nombreuse que celle de la France puisse être nourrie, lorsque le tiers ou le quart des terres arables est occupée par des friches stériles. Ajoutons que la quantité

surabondante de seigle dans toutes les parties du royaume, même les plus riches, est l'une des plus étranges aberrations de l'Agriculture européenne. Suivant le mot des fermiers, presque partout le froment en est taché. Cependant, tout le sol de la France, sauf quelques exceptions, est propre au blé.

Des expériences réitérées ayant montré que deux récoltes de grains ne réussissaient pas, lorsqu'elles se succédaient sur le même sol, il faut absolument faire alterner les récoltes en grains et les récoltes en racines. Une partie de la terre arable nourrira ainsi les hommes, et l'autre partie nourrira le bétail. C'est ce dernier point qui décidera de la nature des récoltes alternées, car il faut songer à l'hiver. Dans les pays les mieux cultivés, on voit tout le prix attaché à un bétail nombreux, la fumure dépendant de ce bétail, et les grains dépendant de la fumure. Il faut donc supprimer les jachères, et les remplacer par des récoltes qui puissent fournir la nourriture d'un supplément de bétail : c'est là le premier progrès à réaliser en France, et le plus évident.

Young appuie encore sa manière de voir d'une autre façon, tout aussi irréfutable, en montrant que le fermier anglais, qui n'admet pas la jachère, récolte autant et plus de grains dans une rotation où le blé et le seigle reviennent rarement, que le fermier français dans une rotation où ils sont au contraire plus fréquents, mais entremêlés avec des jachères.

Supposons, en effet, la rotation anglaise formée par cette succession : navets, orge, trèfle, *froment*, navets, orge, trèfle, *froment*, lentilles ou fèves, *froment*, navets. Dans cette rotation, le froment reparaît *trois fois;* ce qui, au chiffre admis précédemment de $22^{hl},45$ par hectare, donne au fermier anglais, pendant ces onze années et par hectare, $67^{hl},35$ de froment.

Supposons, d'autre part, la rotation française formée par cette succession : jachère, *froment*, orge ou avoine, jachère, *froment*, orge ou avoine, jachère, *froment*, orge ou avoine, jachère, *froment*. Dans cette rotation, le froment reparaît *quatre fois;* ce qui, au chiffre admis précédemment de $16^{hl},17$ par hectare, donne au fermier français, pendant ces onze années et par hectare, $64^{hl},68$ de froment.

La récolte du fermier anglais en froment surpasse donc, tous les onze ans et par hectare, celle du fermier français de $2^{hl},67$. Le fermier anglais a, en plus, trois récoltes d'orge, de lentilles ou de fèves, qui représentent, en hectolitres, le double à peu près des trois récoltes de son voisin en céréales de printemps. Il gagne enfin, sans équivalent chez le fermier français, trois récoltes de navets et deux de trèfle. La récolte de navets valant à peu près $123^{fr},55$ par hectare et celle de trèfle, $185^{fr},50$ par hectare, c'est, pour les onze ans, un bénéfice de $741^{fr},65$, c'est-à-dire, par an et par hectare, un bénéfice de $67^{fr},42$. En outre, par la fumure due à la consommation sur place des navets et du trèfle par le bétail, la terre du fermier anglais s'améliore sans cesse, tandis que celle du fermier français reste stationnaire.

Aux prix et aux rendements supposés par Young et avec les rotations admises, on voit que l'hectare anglais rendait par an environ 206^{fr} et l'hectare français, 143^{fr}. Le rapport de ces nombres est 1,44 ou, à peu près, celui de 3 à 2. Dans l'hypothèse indiquée, l'Agriculture anglaise devait donc produire en argent, sur le même espace, environ moitié en sus de ce que produisait la France; et il lui suffisait, par conséquent, d'un territoire à peu près égal aux deux tiers de celui employé en France pour arriver, à ce point de vue, au même résultat. L'usage de la jachère triennale est donc aussi condamné d'une manière éclatante par la nouvelle comparaison qu'on vient d'établir.

IV

Si la jachère triennale nous rendait inférieurs aux Anglais au point de vue de la culture des céréales et de l'élevage du bétail, l'étions-nous pour tout le reste? Il est utile de prouver qu'il n'en était pas ainsi.

Young reconnaît que l'irrigation, cette partie importante de l'Agriculture, est très bien comprise et très largement pratiquée dans certaines de nos provinces.

C'est entre la Ville-au-Brun et Bessines dans la Marche,

qu'il rencontre pour la première fois cette précieuse opération. De là, elle règne presque sans interruption jusqu'aux Pyrénées. Elle s'étend au pied des montagnes de Perpignan, où elle atteint une grande perfection, jusqu'à Bayonne. Mais, chose singulière, en Gascogne, de Saint-Vincent à Dax, on ne tire aucun parti des cours d'eau; même négligence à Tarbes. A Limoges, on arrose dans les montagnes tout ce qui peut l'être. En Auvergne, à Riom, la Limagne offre de très belles irrigations. Dans le Dauphiné, à Montélimart, on les trouve portées à un haut point de perfection. Les prairies donnent trois à quatre coupes par an. On y préfère l'eau de source, qui ne gèle jamais l'hiver, à celle des rivières, à l'exception de l'eau du Rhône qu'on regarde comme aussi bonne que l'eau de source.

C'est surtout en Provence qu'il y a lieu de louer et d'admirer les beaux travaux exécutés. La Durance et le canal de Crillon fournissent de superbes applications. Près d'Avignon, les prairies donnent trois coupes par an et se vendent 4726fr l'hectare. Quand la saison est sèche, on arrose tous les douze jours; dans les temps humides, toutes les trois ou quatre semaines. On commence quelquefois avec de l'eau trouble, et l'on finit avec celle qui est claire pour nettoyer les herbes. Les grains ne sont jamais arrosés que lorsque la sécheresse est extraordinaire.

La plaine unie qui va d'Avignon à Lisle est irriguée avec le plus grand soin. Les canaux d'amenée paraissent tracés avec une grande habileté et sont à l'usage de toutes les récoltes, sauf la vigne qu'on n'arrose pas en général. Beaucoup des terres ainsi traitées portent du trèfle et de la luzerne. Le trèfle semé en automne avec le blé donne une coupe après la moisson faite, et trois l'année suivante.

Les eaux de la Sorgue, qui sort de la fontaine de Vaucluse, s'unissent à celles d'autres vieux canaux creusés depuis plus de cinq cents ans pour fertiliser la plaine de Cavaillon. Le canal de Boisgelin, près d'Orgon, du nom de son auteur l'archevêque d'Aix, est un magnifique ouvrage non encore terminé.

En partant de Salon pour aller dans la Crau, ce désert pierreux le plus singulier peut-être qu'il y ait en Europe, et où le

sol est couvert de galets semblables à ceux des bords de l'Océan, la route traverse ce canal de Boisgelin. Le vieux canal de Craponne se trouve au même endroit. Il part de la Durance à la Roche et se prolonge pendant quatorze lieues jusqu'à son extrémité méridionale à Istres. Le canal de Boisgelin puise également dans la Durance à Malavort et, après avoir croisé le canal de Craponne, se divise en trois branches, l'une vers Istres, la seconde vers Saint-Chamas et Marignane, la troisième et la plus courte vers Salon.

La Crau a environ douze mille hectares. Elle avait autrefois une étendue beaucoup plus considérable; mais le célèbre canal de Craponne, conçu et exécuté sous Henri II grâce à l'énergie du grand ingénieur qui lui a laissé son nom, a rendu une partie de ce désert à la population et à la culture. En amenant ainsi l'eau sur un terrain où elle manque absolument, on est parvenu à en défricher de grandes étendues et à les planter de vignes, d'oliviers, de mûriers, ou à les convertir en prairies. Les grains n'ont pas réussi; mais les prairies offrent un spectacle extraordinaire, par le contraste merveilleux entre le sol dans son état naturel et celui que les irrigations ont couvert de récoltes magnifiques.

Dans la partie stérile de la Crau, sous ses pierres brûlantes en été, on trouve l'hiver une herbe fine et parfumée. — La nature a de ces surprises et de ces générosités. — On y conduit donc, à la mauvaise saison, d'immenses troupeaux de moutons, dont la chair sur ce sobre pâturage devient excellente, et qu'on mène ensuite dans les Alpes, vers Barcelonnette.

Ce tableau fort incomplet suffit pour apprécier les irrigations françaises, depuis si longtemps commencées, et dont le système est loin d'être achevé.

En Provence, comme Young le remarque, c'est aux frais de la province que se sont ouverts ces canaux si précieux. *On n'a aucune idée de cela en Angleterre.* Quand il s'agit du commerce, la législation anglaise n'hésite pas à exproprier les particuliers; mais elle ne le fait jamais dans l'intérêt de l'Agriculture. Pourtant, ajoute Young, l'irrigation est aussi favorable dans les climats du Nord que dans le midi de l'Eu-

rope; car « l'eau apporte autre chose que son humidité. » — C'est là une idée profonde et qui prévoit les belles expériences d'Hervé Mangon. — *Elle fume*, consolide, approfondit la surface cultivable, et la protège contre le froid : effets à rechercher aussi bien au Nord qu'au Midi. Les Français feraient bien de s'en souvenir; puisque, tout compte fait, il n'y a guère qu'un tiers du royaume où l'on comprenne l'importance des irrigations et où l'on s'y applique.

Dans les montagnes de l'ouest du Languedoc, on rencontre encore de très remarquables travaux, mais chez de simples particuliers améliorant leurs terres. Ainsi, chez le marquis de Ganges, tout est irrigué de ce qui peut l'être. On a le curieux spectacle d'une rivière mise à sec par les saignées qu'on y pratique. On devrait espérer voir de pareils efforts dans les montagnes d'Angleterre et du pays de Galles ; mais il n'en est rien.

Si nous considérons maintenant nos prairies, nous ne répéterons pas que leur prix et leur rente ne varient pas suivant leur valeur intrinsèque, mais selon la condition des terres arables aux environs. Nous nous contenterons de rappeler que le trait caractéristique de leur culture est l'irrigation, et nous venons de voir que le tiers seulement des prairies reçoit un pareil traitement. Pour le reste, on procède grossièrement au drainage, au nivellement, au roulage, etc. Encore le drainage est-il presque partout négligé, et d'immenses étendues dans toutes les provinces et sur les bords des cours d'eau sont-elles frappées de ces droits communaux, « la plaie de toute Agriculture réfléchie ».

La culture de la luzerne éveille l'enthousiasme de Young : elle est l'une des plus remarquables de France, et les Anglais ont été à notre école pour l'apprendre. Toutefois, ils n'y réussissent pas, et il en a toujours été ainsi, tandis que, en France, dans des climats semblables à ceux de l'Angleterre, la luzerne a été une source de profits constants.

Young attribue notre succès à l'usage invariable de faire les semailles *à la volée*, tandis que, en Angleterre, on les exécute *en lignes*. On croit, en effet, chez nos voisins, malgré l'exemple contraire du nord de la France, que l'humidité du climat rend un binage nécessaire pour nettoyer le sol. Au bout de quelques

années, les mauvaises herbes paraissent des deux côtés du détroit. Les Français aiment mieux alors retourner la luzerne que d'en prolonger la durée au prix de soins et de frais continuels.

Young cite quelques exemples remarquables.

En Picardie, à Boulogne, la luzerne dure de douze à seize ans et donne trois belles et bonnes coupes. A Breteuil, on l'apprécie plus que l'avoine; elle dure dix ans et donne trois coupes qui, dans quelques endroits, ont quatre pieds de haut. La première coupe est pour les chevaux, et les deux autres pour les vaches.

A Montgeron, près Paris, on fait de l'avoine sur la luzerne rompue, puis du blé : ce sont les plus belles récoltes.

A Liancourt, où on cultive la luzerne sur une grande échelle, on a constaté une grande différence entre la semence du Midi vendue communément en France et celle du pays. La première réussit rarement aussi bien que l'autre : celle du pays ne manque jamais. Sur une bonne terre, la luzerne conserve ses qualités après avoir porté graine, mais elle dépérit sur un mauvais fond. Le grand avantage de cette culture, c'est l'amélioration qui en résulte pour le sol. On peut lever jusqu'à cinq avoines de toute beauté; puis, quand l'avoine dépérit, on a de très bon blé.

A Brasseuse, on sème ordinairement la luzerne avec l'avoine qui suit le froment. Mme la vicomtesse du Pont, sœur de la duchesse de Liancourt, a là peut-être plus de luzerne que qui que ce soit en Europe. Elle en compte 250 arpents. Young eut la surprise inattendue de trouver dans cette dame, assez jeune pour goûter tous les plaisirs de Paris, et vivant sur ses terres, un grand agriculteur.

En Touraine, à Chanteloup, les vaches du duc de Choiseul qui ne sortent jamais, ont une litière de luzerne et donnent de la crème et du beurre très délicats.

A Perpignan, dans le Roussillon, il y a partout de la luzerne arrosée. L'expérience prouve que l'irrigation abrège notablement la durée de la luzernière.

A Pinjan (Languedoc), on coupe la luzerne cinq fois par an et elle dure quinze ans. Lorsque les mauvaises herbes infestent

une luzernière, on la nettoie en la labourant pendant l'hiver avec un soc étroit et pointu; on a soin de choisir un temps de gelée qui tue les herbes sans attaquer la luzerne : c'est là une excellente pratique. On ne s'y prend pas avec moins d'habileté quand la luzerne dépérit. Bien qu'elle ait grandement amélioré le sol, on ne se hasarde pas à faire du froment, mais de l'orge, puis de l'avoine qu'on coupe en vert pour fourrage. On obtient ainsi deux résultats : la luzerne revenant toujours gâterait les récoltes de grains, tandis qu'elle donne plus de valeur aux autres; en outre, en coupant en vert, on détruit toutes les mauvaises herbes. Ce n'est que la troisième année que l'on sème le froment, et il rapporte abondamment.

Tous ces exemples indiquent certainement une Agriculture industrieuse, réfléchie, avancée, malgré les critiques que Young ne lui épargne pas sur d'autres points. Comme notre but est de montrer la valeur réelle de notre Agriculture avant 1789, nous enregistrerons encore son témoignage en faveur de nos vignes, au sujet desquelles ses recherches ont été très nombreuses et très impartiales, mais pleines de difficultés.

Avec les terres arables et les prairies, on recueille toujours quelque chose; mais aucun produit n'est plus variable que celui de la vigne. Une fois, elle ne donnera rien; l'année suivante, les fûts manqueront pour recueillir la vendange. Les revenus subiront, par suite, des oscillations considérables. Quant au prix de l'arpent, il est parfois hors de proportion avec le produit du sol, et le profit à son tour n'est en rapport ni avec l'un ni avec l'autre. Il faut tenir compte, plus que pour les terres d'autre nature, de la demande, de la concurrence, de la division des propriétés, des frais de production. L'imagination et les prétentions locales jouent aussi un rôle : *on veut avoir telle vigne, posséder tel crû.* De là, des différences impossibles à prévoir.

Avant 1789, les gens prudents ne risquaient que le tiers de leur fortune dans cette culture spéciale; le second tiers était placé en fermes et le troisième, en rentes.

Quant aux commerçants, ils ne se contentaient pas de leurs propres vendanges, et ils achetaient les récoltes des petits propriétaires voisins. C'est ainsi qu'à Epernay, à Ay, Young a

pu visiter des caves contenant de 50000 à 60000 bouteilles.

On prétendait en France, à cette époque, que les pays de vignobles étaient les plus malheureux, et que cette récolte constituait une perte pour la nation. Les petits propriétaires pouvaient être, en effet, misérables, parce que toute culture hasardeuse risque de ruiner celui qui a peu de capital. Là, comme dans beaucoup d'autres cas, *il faut pouvoir attendre* pour tirer son épingle du jeu. Mais la nation, dans son ensemble, gagnait beaucoup. C'est l'opinion bien arrêtée d'Young, et nous la croyons inattaquable.

Comme le marquis de Mirabeau ([1]), Young pense que l'arpent de vignes vaut, en moyenne, *le double* de l'arpent de froment; il regarde le produit net comme compris, en général, entre 7 et 10 pour 100 du capital engagé. Qui ne serait frappé de ces résultats? Et les vastes espaces ainsi utilisés et si rémunérateurs, que sont-ils donc habituellement? Des rochers, des graviers, des sables mouvants, des pentes trop rapides pour permettre à la charrue d'y passer... Le climat qui donne une pareille valeur à de tels terrains est, sans doute, un privilège qu'on ne saurait trop apprécier au lieu de le dédaigner.

Young prévoit cette objection : « Vous prétendez que le produit de nos vignes surpasse celui d'une magnifique moisson de froment. Votre raisonnement doit être faux, car il n'y a pas un propriétaire de vignes qui ne vous cédât sa vendange pour la moisson dont vous parlez. »

Il faut s'entendre. L'aléa étant beaucoup plus grand pour la vendange que pour la moisson, un petit propriétaire pourrait préférer la moisson; mais, s'il peut garder son vin et profiter des chances de hausse, il n'hésitera pas. Il suffit qu'il ne soit pas dans l'obligation de vendre immédiatement, faute de fûts. Pouvoir attendre, tout est là, pour le vigneron aussi bien que pour le fermier.

Au point de vue supérieur de l'intérêt public, il faut remarquer, avec Young, combien le grand *produit brut* des pays de vignobles est favorable aux pauvres gens. Le travail de la

---

([1]) *L'Ami des hommes*, 1760, t. VI, p. 137.

terre et les façons à donner à la plante valent le triple de ce qu'exigent les terres arables en pleine valeur. La préparation des fûts, indépendamment de la tonnellerie, alimente le commerce intérieur des bois et l'importation des douves et des cercles. Le besoin d'échalas ajoute à la valeur des saulsaies et des taillis. Puis, vient l'exportation du vin ou de l'eau-de-vie, sous forme de fûts ou de bouteilles, qui est l'une des plus considérables de l'Europe, et qui est aussi essentielle à la France que celle des soieries de Lyon ou des draps de Louviers. Enfin, ne faut-il pas mettre au premier rang la consommation intérieure, « et cet avantage inappréciable de voir tout le peuple largement approvisionné d'une boisson généreuse, fruit de son propre travail. »

En France, les sables, les rochers, les précipices, sont consacrés aux vignes ; mais on en rencontre aussi portées par des terres fertiles. Il y en avait alors deux raisons : l'une qui fait peu d'honneur au gouvernement, l'autre qui fait l'éloge des vignerons français.

Si l'on changeait en vignobles des terres fertiles, c'est que l'exportation du vin et de l'eau-de-vie n'avait jamais subi d'entraves, tandis que celle des grains, tantôt permise, tantôt prohibée avec une irrégularité et un caprice inconcevables, n'offrait aucune sûreté aux cultivateurs qui se retournaient vers la vigne. Cela est si vrai que Young a pu voir partout en France, après le terrible hiver de 1788 et la disette, des plants nouveaux sur des terres à froment. Quelle critique pouvait être plus amère !

Quant à la seconde raison de l'extension prise par la vigne, c'est que les Français la cultivent beaucoup mieux que le froment : pratique ou théorie, tout ce qui se rapporte à cette plante est parfaitement entendu, « et leurs vignes sont comme des jardins », dont les cultures anglaises les plus soignées n'approchent pas.

Young a souvent entendu discuter sur la valeur, comme boisson nationale, du vin de France ou de la bière anglaise, et il ne comprend pas une pareille discussion. Les Anglais sont obligés de recourir à leurs meilleures terres pour obtenir l'orge de leur boisson, tandis que les Français, sous un gou-

vernement sensé, devraient retirer toute la leur de leurs plus mauvais terrains. On a été jusqu'à dire que le vin n'est pas une boisson salubre : c'est une erreur grossière. Si les Anglais sont, en général, plus vigoureux que les Français, il faut se demander seulement si ces derniers sont aussi bien nourris, mangent autant de viande, et cela ne prouve absolument rien contre le vin comparé à la bière.

Les ennemis de la vigne répètent malgré tout : « Les pays vignobles sont les plus pauvres de la France; la quantité des pauvres est toujours en proportion de l'étendue de cette culture ». Il est facile de répondre. Les provinces à vignobles sont ordinairement fort peuplées; sous un gouvernement mal dirigé, il doit donc s'y trouver plus de misère qu'ailleurs. Mais il y a une autre cause, c'est la petitesse des propriétés sur lesquelles on travaille, et qui est poussée à un point dont on n'a aucune idée. La culture de la vigne « exigeant surtout de la main-d'œuvre sans autre capital que de la terre et des bras, sans charrettes, ni charrues, ni bétail, le pauvre peuple s'y jette, et *la coutume générale de tout diviser également entre les enfants* morcèle tellement ces petites fermes, qu'il est impossible que le coin de terre sur lequel compte une famille remplisse ses espérances ». L'incertitude de la vendange est un mal plus grand encore. Peu importe au propriétaire qui ne s'inquiète que de la moyenne de sept années; mais cette incertitude est fatale au petit vigneron vivant au jour le jour, « et qui ne peut voir six mois de travail perdus par la gelée ou la grêle sans voir sa propre perte ». Le mal vient donc, non de la vigne, mais de la division extrême des propriétés. En réalité, les pauvres gens ne sont nulle part aussi heureux que dans les pays de vignobles, à la condition de rester journaliers, avec une chaumière, un jardin et une vache; car, quelle que soit la saison, ils sont assurés de voir payer leur travail chez les personnes riches des environs, trois fois plus que sur les terres labourables.

La vigne est donc une culture excellente pour la nation comme pour les individus, et elle ajoute grandement à la prospérité du royaume.

V

Nous ne suivrons pas Young dans ses intéressantes considérations sur les haies et sur les clôtures, sur leur utilité si bien comprise en certains endroits, mais si souvent méconnue. Nous ne traiterons pas non plus, en le prenant pour guide, les questions qui se rapportent à l'étendue des fermes en France à l'époque de ses voyages, à la manière de les faire valoir, au capital employé en Agriculture, au prix des vivres et de la main-d'œuvre, à la production, au commerce, etc., etc. Toutes ces questions se rattachent bien à l'Agriculture d'un pays par un lien étroit, mais elles touchent en même temps aux problèmes sociaux les plus importants et à la direction du gouvernement des États. Comme nous avons eu surtout en vue, dans notre essai trop incomplet, la situation de l'Agriculture proprement dite dans notre pays au moment de la Révolution, nous demanderons au lecteur la permission de présenter maintenant nos conclusions à cet égard, en les accompagnant de quelques réflexions.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, Young portait, en 1789, le prix moyen de toute terre cultivée en France à $1235^{fr},55$ par hectare; la rente des terres louées, à $48^{fr},15$; le produit moyen du froment et du seigle, à $16^{hl},17$ par hectare; la récolte, au sextuple de la semence; l'intérêt du capital placé en terres, à 3,75 pour 100 (ou, mieux, à 3,25). Il admettait, en comparant la France et l'Angleterre, que la terre se payait aussi cher en France; que la rente des terres louées était très peu supérieure en Angleterre, tandis que l'intérêt du capital placé en terres y était inférieur et égal au plus à 3 pour 100. Quant au rendement des céréales par hectare, il était moitié en sus pour l'Angleterre.

Il est curieux de rechercher ce que la même comparaison entre les deux pays pouvait donner *vers* 1860, époque à laquelle l'Agriculture n'avait pas encore subi la crise contre laquelle nous nous débattons, et qui est due avant tout à la rupture d'équilibre entre l'Europe et le reste du monde au point de vue de la production des céréales.

Nous ne pouvons mieux faire, pour établir cette comparaison, que de reproduire ici le tableau dressé par M. H.-J. Lesage, en s'aidant des travaux et des avis de M. Maurice Block, et que nous empruntons à son excellente traduction des *Voyages* de Young.

Par hectare.

Prix de la terre.....	France....	1166fr,66
	Angleterre.	1633 ,33
Rente ou fermage..	France....	35fr sans les impôts.
		45fr avec les impôts.
	Angleterre.	49fr » »
Produit en céréales.	France....	14hl,73
	Angleterre.	21 ,00
Rendement......	France....	6 pour 1 de semence.
	Angleterre.	10 pour 1 »
Intérêt payé par la terre...........	France....	3 pour 100
	Angleterre.	» (probablement).

D'après ce tableau, qui doit inspirer grande confiance, on voit que, depuis 1789, le prix de la terre aurait un peu baissé en France et se serait fortement relevé en Angleterre, en même temps que l'intérêt payé par la terre faiblissait en France et restait à peu près le même en Angleterre. Les fermages, toujours un peu supérieurs chez nos voisins, auraient en somme peu varié; mais les rendements leur laisseraient toujours le même avantage représenté par le rapport de 3 à 2, l'hectare anglais produisant toujours moitié en sus relativement à l'hectare français.

Notons, sans invoquer aucune autre cause, que le rendement restant à peu près ce qu'il était autrefois en Angleterre, semble avoir imposé actuellement au prix de la terre dans ce

pays une élévation qui le met, avec le prix de la terre en France, dans le même rapport que les rendements des deux pays; car on a

$$\frac{1633,33}{1166,66} = 1,40 \quad \text{et} \quad \frac{21,00}{14,73} = 1,42.$$

C'est donc le rendement en céréales que nous devons tendre à augmenter par tous les moyens rationnels que la science agricole peut nous suggérer, *en améliorant indéfiniment notre sol sans l'épuiser jamais.*

En résumé, l'Agriculture française, inférieure à l'Agriculture anglaise en 1789, l'est encore aujourd'hui à peu près dans la même proportion et avec des chiffres très peu différents. Comme les principes de l'Agriculture anglaise n'ont pas changé, comme les procédés mis en œuvre par nos voisins étaient déjà en 1789 parfaitement appropriés à leur sol et à leur climat, leurs succès n'ont pu guère s'accroître. Il faut en conclure que, depuis la Révolution, les progrès de l'Agriculture française, très grands au point de vue scientifique, sont demeurés pratiquement très lents.

Sans être restée stationnaire, elle n'a donc pas accompli, dans sa masse profonde, l'évolution nécessaire. — Faute de capitaux, sans aucun doute. — Par conséquent, ce qu'elle offre aujourd'hui de remarquable existait déjà en partie sous Louis XVI, comme l'étude précise des faits nous l'a révélé. Vingt ans avant 1789, une heureuse impulsion lui avait été imprimée et portait déjà ses fruits lors de la réunion de l'Assemblée constituante. Ce qui le démontre, indépendamment de toute preuve directe, c'est que cette Agriculture, en gestation du progrès, put suffire, après la chute de la monarchie, aux nécessités de ce terrible temps. Et ce n'est pas en faire un médiocre éloge.

Les volontaires rentrés dans leurs foyers, après avoir repoussé l'ennemi, reprenaient leurs travaux accoutumés et cultivaient la terre libre avec ardeur. N'avait-on pas dit qu'on subjuguerait la France par la famine? *En* 1796 *et en* 1797, *la France produisit plus de grains que sa propre consom-*

mation n'en exigeait, la charrue ne fut pas négligée plus que l'épée. L'élan fut admirable, le patriotisme et l'intérêt se trouvaient d'accord.

Voici les termes dont se sert une voyageuse anglaise (¹), se rendant de Calais à Paris, dans une lettre écrite à Chantilly, le 13 novembre 1796.

De Breteuil jusqu'à Clermont, le pays est moins intéressant, quoique encore cultivé au plus haut point... C'est une preuve convaincante de la manière imparfaite dont on juge en Angleterre l'état réel de la France. Combien de fois ai-je entendu dire que ce pays était désert, stérile, inculte, dépeuplé, tant en hommes qu'en bestiaux, par suite de la guerre... Au contraire, pas un pouce de terre qui ne soit labouré (le docteur Rigby se servait déjà des mêmes expressions en 1789), et la charrue fouille jusqu'au pied des haies qui bordent la route. Les bestiaux sont en grande quantité; on nous a même assuré que leur nombre a augmenté d'un tiers dans ces deux dernières années, dans toute la France... Quant aux hommes, ils ne nous ont pas paru rares, quoique les réquisitions en aient enlevé un très grand nombre. Beaucoup des jeunes gens qui cultivent la terre sont mariés et ont déjà servi dans une ou deux campagnes.

Lord Malmesbury, qui vint deux fois en France pour négocier la paix, en 1796 et en 1797, dit à son tour (²) :

J'ai été très frappé de l'apparence générale de fertilité et d'excellente culture dans tout le pays que j'ai traversé depuis Calais; et l'on m'assure qu'il en est de même dans toute la République. En fait, les paysans et les petits propriétaires fonciers, quoique exposés à de fréquentes réquisitions..., paraissent avoir été du nombre de ceux qui ont le plus gagné au nouvel ordre de choses. Ayant dès l'origine refusé de recevoir des assignats pour les productions de leur travail, qui étaient des objets de première nécessité, ils ont fini par recueillir et par cacher une grande partie du numéraire... Ensuite, à l'époque de la dépréciation des assignats, ils ont pu acheter des terres à des conditions à peine croyables.

(¹) *La France et Paris sous le Directoire*, lettres d'une voyageuse anglaise, traduites par ALBERT BABEAU, correspondant de l'Institut (Firmin Didot, 1888).

(²) *Diaries and correspondence*, lettre du 27 octobre 1796.

Ainsi, il est évident, comme l'établiraient bien d'autres documents, que la Révolution, nuisible aux villes, ne l'a pas été aux campagnes. Si l'Agriculture n'a pu alors songer à développer toutes les améliorations commencées, il est déjà très remarquable qu'elle n'ait pas souffert dans son ensemble des suites des discordes civiles et de la guerre étrangère, et qu'elle ait pu se maintenir sans faiblir, et même en progressant dans une certaine mesure.

En réalité, la Révolution a augmenté tout d'un coup ses ressources dans une forte proportion ([1]) et c'est ce qui peut expliquer bien des détails! Mais ce n'est pas là qu'il faut chercher la véritable raison de la prospérité relative de l'Agriculture, au milieu de tant de causes de troubles, d'inquiétudes et de ruines.

Ce que la Révolution de 1789 a donné aux cultivateurs, c'est la loi nouvelle qu'elle a formulée, c'est l'égalité civile et la destruction pleine et entière de la féodalité, ou plutôt de ses restes les plus irritants. En regrettant profondément les violences aveugles ou coupables, il faut saluer et admirer l'œuvre immense accomplie en un jour par l'Assemblée constituante.

A la première page de notre travail, nous citions le texte du premier article de la loi adoptée par elle, le 11 août 1789, en conformité des résolutions arrêtées dans la nuit du 4 août, et qui frappait au cœur le régime féodal. Nous devons citer maintenant, comme le meilleur de sa tâche, les deux premiers articles de la loi du 28 septembre 1791 sur les biens et usages ruraux.

Article 1er. — Le territoire de la France, dans toute son étendue, est libre comme les personnes qui l'habitent; ainsi toute propriété territoriale ne peut être sujette qu'aux usages établis ou reconnus par la loi et aux sacrifices que peut exiger

([1]) Young estime que la classe agricole a profité au moment de la Révolution, par suite de l'abolition des droits féodaux et de payements de toute sorte, d'une somme de huit cents millions, sans compter ce que les hauts prix de 1789, dus aux belles opérations de Necker à cette époque, avaient mis déjà entre les mains des cultivateurs.

le bien général, sous la condition d'une juste et préalable indemnité.

ARTICLE 2. — Les propriétaires sont libres de varier à leur gré la culture et l'exploitation de leurs terres, de conserver à leur gré leurs récoltes et de disposer de toutes les productions de leur propriété dans l'intérieur du royaume et au dehors, sans préjudicier aux droits d'autrui et en se conformant aux lois.

Quelques lecteurs souriront peut-être. « Mais tout cela est évident, diront-ils. Une loi pour cela, est-ce la peine, et y a-t-il de quoi s'émerveiller? »

Certes, il faut s'émerveiller, quand on sait ce qu'était auparavant l'organisation économique de notre pays. L'Agriculture souffrait cruellement du défaut de liberté, de toutes les entraves qui l'enchaînaient. Elle étouffait. Des barrières, des prisons partout; les provinces séparées comme des pays ennemis : la pléthore sur un point, la disette sur l'autre, avec interdiction de rétablir l'équilibre. Ajoutez le chaos des anciennes mesures, fouillis inextricable, et l'insuffisance des voies de communications. Les routes royales étaient superbes, Young nous l'apprend, mais il n'y avait pas de chemins vicinaux. L'autorité permettait ou défendait arbitrairement le commerce des grains, le réglait à l'intérieur suivant son caprice ou ses craintes inintelligentes, et veillait aux besoins des subsistances publiques avec de telles lumières, qu'on était à peu près assuré d'une famine tous les dix ans.

Voilà, en quelques traits bien insuffisants, les errements funestes que la Révolution a balayés pour toujours. A la place, elle a fait à l'Agriculture ce cadeau inappréciable : *la liberté du travail et des débouchés*.

Ce beau cadeau a, sans aucun doute, porté immédiatement ses fruits; car, malgré les crises réitérées supportées par la France, de 1789 à 1815, son Agriculture s'est retrouvée à peu près dans le même état au commencement et à la fin de cette période extraordinaire : avec d'autres lois, elle eût dû se trouver anéantie.

A partir de la Restauration, c'est-à-dire de la paix, et les

conquêtes civiles de la Révolution étant respectées, une ère de progrès commence.

La division de la propriété était déjà fort avancée dans certaines provinces, avant 1789. En effet, cette loi d'égalité et d'affection entre les enfants d'une même famille existait sous l'ancien régime, comme Young le constate à plusieurs reprises, pour les propriétés non nobles, *les terres de roture,* et notre Code civil n'a fait que la généraliser. Cette division s'est nécessairement accrue. Si l'on peut admettre environ quatre millions de propriétaires ([1]) avant 1789, on peut en compter aujourd'hui à peu près le double. Nous pensons que la petite propriété comprend aujourd'hui entre le quart et le tiers de notre territoire, tandis qu'elle n'en comprenait que le cinquième en 1789.

La question si importante des petites voies de communication fut mise à l'étude par la Restauration et poursuivie par les différents gouvernements avec une admirable opiniâtreté. Notre réseau de chemins vicinaux est aujourd'hui presque complet. Il ne développe pas moins de cinq cent mille kilomètres, c'est-à-dire de quoi faire douze fois le tour du globe ([2]).

Quant aux cultures, pendant la période que nous considérons, le froment a gagné, le seigle a perdu; les jachères et les landes ont diminué dans une forte proportion; les prairies, les racines fourragères, les bestiaux ont, au contraire, nota-

---

([1]) *Voir* le remarquable Ouvrage de M. A. DE FOVILLE : *le Morcellement.* 1 vol. in-8° (Guillaumin, 1883).

([2]) On peut consulter sur ce sujet un travail plein de recherches et de résultats, et digne des plus grands éloges, intitulé : *Histoire de la Législation des Travaux publics,* par F. MALAPERT, Docteur en droit, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. 1 vol. grand in-8° (Ducher, 1880). Nous lui empruntons ce passage :

« En 1868, on constatait qu'il y avait 364 000 kilomètres de chemins vicinaux de classés; 83 000 kilomètres de chemins d'intérêt commun et 84 000 kilomètres de chemins de grande communication.

» Ce qui restait à achever était évaluée à 182 000 kilomètres.

» Nous n'avons pas de statistique plus récente.

» La seule dépense des cailloux employés pour empierrer les chemins vicinaux s'élève chaque année à la somme de 75 millions pour 260 000 kilomètres de chemins. »

blement augmenté. Au point de vue de la Science agricole et de la Science économique, d'importantes améliorations ont donc été réalisées, et la plupart des violentes critiques de Young seraient à présent sans objet.

Il y a cependant encore beaucoup à faire; mais nous sortirions ici de notre sujet, et nous devons nous arrêter.

Pour nous, les deux meilleurs outils à employer pour achever la transformation nécessaire, c'est d'abord la Science et l'expérience, qui apprennent à user des dispositions les plus rationnelles et les plus sûres pour accroître le produit; c'est ensuite l'économie qui, en mettant en réserve une partie des bénéfices pour parer aux mauvaises chances et pour effectuer convenablement en temps opportun les améliorations désirables, permet de multiplier ces bénéfices eux-mêmes dans une proportion de plus en plus grande.

En ce temps d'utopies et de rêves décevants, l'objurgation de Franklin est plus vraie que jamais :

« Si quelqu'un vous dit que vous pouvez réussir autrement que par l'instruction, le travail et l'économie, fuyez-le. »



LE

RÔLE DU MOUVEMENT DANS LA CIVILISATION,

Par M. A. DE FOVILLE.

(Leçon d'ouverture du 12 novembre 1889.)

Messieurs,

L'année dernière, à pareil jour, je commençais ici une série de leçons ayant pour objet les expositions en général et en particulier la grande Exposition de 1889. J'avais pensé qu'il valait mieux vous en parler avant qu'après. L'Exposition, il y a un an, c'était encore l'avenir : aujourd'hui, c'est déjà le passé. La représentation est finie; mais n'est-il pas vrai qu'elle a été magnifique et n'ai-je pas eu raison contre ceux qui, l'an dernier, me trouvaient optimiste ? Non certes, je n'avais point exagéré les splendeurs du spectacle qui se préparait. Cette incomparable Exposition a été une fête pour le monde entier et comme une victoire pour la France. Elle avait cela de merveilleux que chacun de ceux qui la visitaient, quelle que fût sa condition, quels que fussent ses goûts personnels, aurait pu la croire spécialement destinée à son usage, à son plaisir, à son instruction. Hommes, femmes et enfants; riches et pauvres; citadins et ruraux ; patrons et ouvriers ; artistes, savants, industriels, agriculteurs, commerçants, tous ceux qui en franchissaient le seuil s'y trouvaient comme condamnés à l'admi-

ration continue et ne s'en pouvaient arracher qu'avec peine. Un pareil triomphe eût inspiré à n'importe quel peuple un légitime orgueil : nous devons en être doublement fiers et doublement heureux, nous, Français, qui avions encore besoin de nous relever aux yeux du monde, de nous relever aussi à nos propres yeux. Le temps n'est pas bien loin où nous faisions pitié. A l'heure qu'il est, qui oserait dire que nous ne faisons pas envie ?

Parmi les innombrables témoignages qui pourraient me servir à prouver l'impression profonde produite par l'Exposition de 1889, je ne vous en citerai qu'un seul.

Un jour de cet été, je revenais du Champ de Mars, par eau, après une séance du jury de l'Économie sociale. Le hasard m'avait donné pour voisin, sur le bateau, un homme d'une soixantaine d'années, qui, devant aller à la gare de l'Est et ne sachant pas où il fallait descendre, me demanda conseil. Nous voilà causant et, par la force des choses, parlant de l'Exposition, de ses curiosités, de l'enthousiasme qu'elle excitait en tous lieux. Mon compagnon de route avait un accent qui me faisait douter s'il était Français ou non... Tout à coup, je le vois fondre en larmes : « Ah! Monsieur, me dit-il, la France est trop belle, Paris est trop beau. » Et comme je le regardais étonné : « Moi, reprit-il, je suis de Strasbourg et j'en viens... Et savez-vous où je vais de ce pas ? Je vais à la gare recevoir ma femme, mes fils et mes petits-fils. Nous ne sommes pas bien riches; mais dès que j'ai eu vu Paris et l'Exposition, j'ai décidé qu'ils viendraient tous, fallût-il ensuite manger du pain sec. Je veux que mes enfants aient vu Paris, ce beau Paris de 1889, et qu'ils ne l'oublient jamais ! »

Vous me croirez sans peine si je vous dis que j'avais, moi aussi, les larmes aux yeux en lui serrant les mains. De tous les éloges prodigués à notre Exposition par ses admirateurs français et étrangers, aucun ne m'a paru plus éloquent que le cri douloureux de ce brave Alsacien.

Vous le voyez, Messieurs, notre Exposition a eu le don de raviver au delà des Vosges l'amour de la patrie perdue. Ailleurs, elle aura rendu à la France les sympathies des uns, l'estime, le respect des autres. A tous les points de vue, sa

place est marquée parmi les grands faits historiques de notre temps. Et, cela étant, je suis sûr d'être l'interprète de vos sentiments à tous en remerciant ici, une fois encore, tous ceux qui par leur génie, leur talent, leur travail ou leur dévouement ont contribué à l'éclat de cette grande manifestation nationale...

Messieurs, la chaire d'économie industrielle du Conservatoire des Arts et Métiers devait, de toute façon, à l'Exposition qui vient de finir cet adieu et cet hommage auquel je vous remercie de vous être si cordialement associés.

Mais je tenais doublement à faire, dès le début, appel aux souvenirs durables que l'Exposition vous a laissés, parce que j'y vois comme la préface naturelle de mon enseignement de cet hiver. Vous savez que je dois, cette année, vous parler des voies et moyens de transport, considérés au point de vue économique. En d'autres termes, c'est le rôle du mouvement dans les civilisations humaines que nous allons étudier ensemble.

Or, jamais peut-être, depuis le commencement du monde, on n'avait vu s'accumuler sur un point du globe une somme de mouvement égale à celle dont Paris vient d'être le théâtre, mouvement d'hommes, mouvement de choses, mouvement d'idées, mouvement d'argent. Nous avons eu au milieu de nous le mouvement sous toutes ses formes et je me trouverai mainte fois amené à vous dire, au cours de nos entretiens sur l'industrie des transports : « Rappelez-vous l'Exposition. »

Pour aujourd'hui, Messieurs, je ne vous parlerai que du mouvement en général et mon désir serait surtout de bien vous faire apprécier l'importance considérable des questions que nous aurons à approfondir ensemble. C'est le système circulatoire du monde que nous allons disséquer; or, il n'existe pas, pour l'économie industrielle, de sujet plus vital que celui-là. Le mouvement est le grand ressort du corps social. Quand nos premiers pères ont fait leur apparition sur la terre, la nature mettait à leur disposition l'espace et toutes les ressources visibles ou cachées des trois règnes animal, végétal et minéral;

mais, sans le mouvement, tout cela leur eût été inutile, et, ainsi que l'a remarqué très philosophiquement James Mill, l'homme ne dispose de la nature entière que parce qu'il dispose du mouvement.

En réalité, il n'est point ici-bas de vie possible sans le mouvement. La réciproque n'est pas vraie ; le mouvement peut se concevoir sans la vie : les astres, qui voyagent incessamment dans le ciel, ne sont pas à proprement parler des organismes vivants, et seuls les sauvages, voyant remuer les aiguilles d'une montre, prennent la montre pour une bête et disent : « la bête est morte », quand son tic-tac s'interrompt. Mais si le mouvement est possible sans la vie, la vie n'est pas possible sans le mouvement. Cherchez. Prenez la série entière des êtres animés. Descendez de l'homme à la bête ; de la bête à la plante ; poursuivez jusque dans ses derniers retranchements la vie animale et végétale : partout vous la verrez basée sur le mouvement.

Le mouvement intérieur, d'abord.

Chez l'animal comme dans la plante, le mécanisme à la fois délicat et puissant de la circulation renouvelle incessamment la substance organique, éliminant et remplaçant les molécules superflues ou nuisibles.

Puis le mouvement extérieur.

L'homme marche, le serpent rampe, le poisson nage, l'oiseau vole ; et ces divers moyens de locomotion sont, avant tout, des moyens d'existence. Enchaînez l'homme et l'animal et, à moins qu'on ne leur apporte leur nourriture, ils mourront.

Mais la plante, direz-vous, elle est bien enchaînée, elle. Considérée dans son ensemble, elle est condamnée à une fixité relative. Elle grandit, mais elle ne marche pas ; ses racines la tiennent prisonnière. Et cela est aussi vrai pour la mousse microscopique qui naît, vit et meurt dans un pli de l'écorce du chêne que pour le chêne lui-même. Il y a bien chez les végétaux, chez certains végétaux, quelques mouvements qui sembleraient volontaires, ou au moins instinctifs. Diverses fleurs tournent avec le soleil, qu'elles ont l'air, pour ainsi parler, de suivre des yeux. D'autres se ferment et s'ouvrent à

telle ou telle heure de la journée. La sensitive, au moindre attouchement, replie ses feuilles, comme si elle avait peur. La dionée de l'Amérique du Nord ne se contente pas de cette attitude défensive : chacune de ses feuilles est un véritable piège à mouches ; l'espèce de miel dont elles sont enduites attire les insectes ; à peine posés, la feuille se referme sur eux comme une main, et elle ne se rouvre qu'après avoir étouffé sa proie. Et, sans aller si loin, qui ne sait que la chicorée, plante vulgaire entre toutes, quand on la met dans une cave, se dirige vers le soupirail et semble aller chercher la lumière. Voilà des mouvements très caractérisés. Mais ne nous arrêtons pas à ces phénomènes un peu exceptionnels. Prenez le végétal le plus inerte en apparence : il lui faut encore, croyez-le bien, pour vivre et pour se développer, d'autres mouvements que ceux de la sève. S'il ne va pas lui-même, et pour cause, chercher çà et là les aliments nécessaires à son entretien, ces aliments, liquides ou gazeux, viennent le trouver... L'air s'agite autour de ses feuilles ; l'eau tombe du ciel ou descend des montagnes pour apporter à ses racines l'humidité qu'elles réclament; ce que j'appelais tout à l'heure, en parlant des animaux, le mouvement extérieur devient, pour les végétaux, plus extérieur encore ; mais aux uns comme aux autres l'immobilité absolue, au dehors comme au dedans, serait mortelle.

Ainsi, pour l'individu, homme, animal, plante, il n'est pas de vie possible sans ce double mouvement, intérieur et extérieur.

Maintenant, si, au lieu de considérer ces unités physiologiques qui s'appellent la plante, l'animal, l'homme, nous considérons ces unités sociales qui s'appellent les nations, les peuples, les sociétés, va-t-il en être de même, ou va-t-il en être autrement ? La vie sociale va-t-elle échapper à cette nécessité, à cette loi du mouvement que nous observons partout dans la vie organique ?

Non, Messieurs. La vie sociale, l'existence en commun, ne supprime aucun de nos besoins ; et l'immobilité, mortelle pour l'individu, ne saurait être imposée impunément aux collectivités humaines.

Il suffit, au surplus, de regarder vivre un peuple pour retrouver immédiatement dans cette existence multiple les deux sortes de mouvement qu'offrait tout à l'heure à nos yeux la vie individuelle.

D'abord le mouvement intérieur.

Il est partout au milieu de nous, le mouvement. Il est dans la mine d'où sortent les richesses minérales du sol, désagrégées par la poudre ou la pioche. Il est dans le champ où passent tour à tour, chaque année, la charrue, la herse, le semoir et la faux. Il est dans la ferme; il est dans l'atelier, il est dans l'usine; il est dans la maison. Il est plus encore sur les chemins qui relient deux à deux tous ces centres d'action; et rien ne correspond mieux dans le corps social à la circulation vasculaire de l'animal ou de la plante que les transports proprement dits. Les veines et les artères d'un peuple, ce sont ses voies de communication, routes, rivières, canaux, railways. Son système nerveux, c'est le réseau postal et télégraphique, où courent sa parole, sa pensée... Immobilisez tout cela et voilà un peuple mort.

A première vue, cependant, on pourrait croire que l'association, que la coopération sociale, sans supprimer ici-bas la nécessité du mouvement, diminue cette nécessité. Précisons : on pourrait croire qu'une population de 38 millions d'hommes, — c'est celle de la France, — n'exige pas pour vivre 38 millions de fois autant de mouvement qu'un seul être humain.

Il y aurait même à l'appui de cette opinion des arguments spécieux à faire valoir; car, dans certains cas particuliers, la coopération permet certainement d'économiser du travail, d'économiser du mouvement. Si je demeure, par exemple, à 1000 mètres d'une rivière, le voyage que je ferais pour y aller puiser l'eau qui m'est personnellement nécessaire peut servir aussi à approvisionner ma femme, mes enfants, mes voisins. Autre exemple plus frappant : voilà un incendie qui éclate; le feu est à droite, la rivière est à gauche; si je suis seul, il me faudra courir à l'eau, courir au feu, courir à l'eau encore... Si nous sommes dix, vingt, cent, nous ferons la chaîne, et avec moins de peine, avec moins de labeur pour chacun, nous ferons arriver mille fois plus d'eau sur le brasier qu'il faut éteindre.

Vous voyez qu'il ne serait pas très déraisonnable de supposer que l'existence collective de 38 millions d'hommes puisse ne pas exiger 38 millions de fois autant de mouvement que l'existence isolée d'un Robinson quelconque, vivant seul dans son île.

Ce serait, néanmoins, pour tout pays civilisé, une grave erreur ; et la statistique, qui doit être ici un de mes guides préférés, va nous le prouver tout de suite. Il résulte, en effet, de calculs que j'aurai bientôt l'occasion de développer devant vous que la France, pour vivre comme elle vit, exige annuellement une somme de mouvement d'au moins 25 ou 30 milliards de tonnes kilométriques, la tonne kilométrique représentant le transport à 1000 mètres de distance d'un poids de 1000 kilogrammes. Pour 38 millions d'individus, 30 milliards de tonnes kilométriques donnent une moyenne annuelle de 800 tonnes environ, ou une moyenne quotidienne de plus de 2 tonnes kilométriques par tête. Eh bien! il est certain que c'est là une moyenne individuelle très supérieure à celle des sauvages, à celle des peuplades qui n'en sont encore en toute chose qu'à l'ABC de la science et de l'art. Une famille de cinq personnes, un père, une mère, trois enfants, qui avec ses dix bras aurait journellement un poids de 1000 kilogrammes à conduire à 10 kilomètres, ou un poids de 10 000 kilogrammes à conduire à 1 kilomètre, succomberait bientôt à la peine... On se tromperait donc du tout au tout en admettant que la vie sociale comporte proportionnellement moins de mouvement que la vie individuelle. C'est le contraire qui est vrai. Et la civilisation, malgré les économies de mouvement qu'elle procure, augmente, au lieu de la restreindre, la quantité de mouvement dont l'espèce humaine a besoin pour subsister.

Seulement, il ne suffit pas que la statistique démontre le fait. Il faut comprendre, il faut expliquer cette apparente contradiction.

Voici, Messieurs, l'explication.

Si le progrès social, malgré les économies de mouvement qu'il produit, mobilise plus de choses qu'il n'en immobilise, c'est qu'il multiplie considérablement les besoins de l'humanité. L'espèce humaine a cela de particulier que des besoins nouveaux surgissent en elle à mesure que les circonstances

lui permettent de les satisfaire. Chez l'animal, chez la plante, il n'en va pas de même, au moins lorsqu'ils vivent à l'état de nature et que la civilisation ne les a pas encore touchés. S'il faut maintenant aux chevaux de course du vin de champagne et aux levrettes des paletots — vous connaissez la chanson — c'est parce que la domestication fait précisément participer le chien et le cheval à cette civilisation humaine qui multiplie les besoins de ceux qui y participent. Mais, quand les animaux restent livrés à eux-mêmes, l'histoire entière témoigne de la stabilité de leur organisme. Ernest Renan dit quelque part [1] que les poissons du lac Baïkal, ancien golfe sibérien, mirent dix siècles à devenir de poissons de mer poissons d'eau douce. Avoir mille ans pour se retourner, c'est quelque chose; et pourtant, malgré un tel délai, il est permis de douter de cette conversion, qui fournit à l'auteur des *Souvenirs de jeunesse* une très jolie comparaison, mais dont il aurait beaucoup de peine à fournir la preuve. Les exemples abondent, au contraire, de la fixité des espèces. Il n'y a pas bien longtemps qu'en Égypte, un savant français, M. Maspero, déshabillant une momie, trouvait entre deux bandelettes une guêpe parfaitement conservée. Les fleurs dont le cadavre était entouré avaient attiré l'insecte et il s'était trouvé emprisonné. Ce petit corps ailé gisait là depuis 3500 ans et le microscope y a trouvé la preuve qu'à 35 siècles de distance, rien n'a changé, rien n'a varié dans la structure de l'insecte. L'homme physique n'a pas non plus subi de métamorphoses depuis les commencements de l'histoire; mais l'homme moral s'est transformé; notre psychologie s'est compliquée d'une foule d'éléments nouveaux; nos besoins, comme nos idées, sont devenus de plus en plus nombreux; nous considérons tous comme de véritables nécessités maintes choses dont nos ancêtres ne soupçonnaient même pas l'existence et dont ils se passaient parfaitement.

Est-ce que vous croyez — et je parle ici aux plus modestes, aux moins exigeants de ceux qui me font l'honneur de m'écou-

---

[1] Voir, dans la *Revue des Deux-Mondes* du 15 novembre 1882, les *Souvenirs de jeunesse*, d'Ernest Renan.

ter — est-ce que vous croyez que vous vous contenteriez de la somme de bien-être et de jouissances dont on se contentait autrefois, non seulement aux degrés inférieurs de l'échelle sociale, mais même au sommet de l'échelle? Sachez qu'à bien des points de vue, un ouvrier, un homme de peine mène aujourd'hui une existence plus confortable et plus douce que celle des princes et des rois dont Homère nous vante la richesse. Avoir un peu de linge blanc dans son armoire et un morceau de savon à côté de sa cuvette; avoir des vitres à ses fenêtres; avoir dans sa chambre un poêle ou une cheminée; avoir sur cette cheminée une glace, devant cette glace une pendule et, à côté, le portrait de ceux qu'on aime; avoir un livre ou un journal à lire le soir; avoir une lampe, une bougie ou un bec de gaz pour le lire et des allumettes — fût-ce celles de la Compagnie — pour allumer sa bougie ou sa lampe; avoir, si l'on est myope ou presbyte, une paire de lunettes sur le nez... ce ne sont point là, certes, à notre époque, de ces faveurs exceptionnelles dont les privilégiés de la fortune soient seuls gratifiés. Pour l'homme civilisé, ce sont là de vrais besoins, des besoins presque aussi absolus que le boire et le manger. Eh bien! les rois et les princes de l'antiquité n'avaient rien de tout cela; et il n'y a que les opérettes d'Offenbach ou d'Hervé pour nous montrer Nestor essuyant son lorgnon avec son mouchoir de poche, Agamemnon remontant sa montre avant de se coucher, Ajax cherchant le cours de la Bourse dans le *Petit Journal* et la belle Hélène offrant à Pâris sa photographie. Il est donc certain que le progrès social complique la vie, l'élargit, multiplie les besoins de l'homme dans la même proportion que ses ressources... Et c'est cette multiplication de nos besoins qui explique l'incessante augmentation des mouvements que comporte la vie intérieure des nations.

Et, là aussi, à côté du mouvement intérieur, il y a le mouvement extérieur. Le commerce international, qui établit de peuple à peuple des relations analogues à celles qui existent entre concitoyens, le commerce international s'est imposé aux sociétés humaines dès les débuts de leur évolution. Les sauvages de l'Amérique, de l'Afrique, de l'Océanie, le pratiquent

à leur manière, et plus un peuple se civilise, plus son commerce extérieur se développe. Quel est le pays qu'on ne verrait pas dépérir si ses frontières venaient à être murées tout à coup?

Et cela résulte, Messieurs, de la construction même du globe que nous habitons. Si tous les pays se ressemblaient, ils auraient moins besoin les uns des autres. Mais ils ne se ressemblent pas du tout, et l'on dirait que, pour mieux affirmer la solidarité humaine, pour mieux convier les hommes à la fraternité, le Créateur se soit appliqué à faire des biens d'ici-bas entre les diverses contrées un partage aussi capricieux que possible. Prenez sur la carte, au hasard, deux points quelconques, et comparez : vous verrez surgir, immédiatement, d'innombrables dissemblances.

Laissez-moi vous rappeler, brièvement, les principales.

1° *Différences de climat.* — La forme sphérique de la terre suffirait pour modifier considérablement, d'une latitude à l'autre, les conditions météorologiques. L'inclinaison du plan de l'écliptique sur le plan de l'équateur ajoute à l'inégalité des latitudes la diversité des saisons; et il n'y a pas deux parallèles qui aient le même ciel. Si petite que soit la France comparée à d'autres pays, le climat de Paris ne diffère-t-il pas considérablement du climat de Marseille ou de Bordeaux?

2° *Différences géographiques.* — L'eau couvre les quatre cinquièmes de la surface de notre planète. Des divers continents qui forment le surplus, aucun ne copie l'autre. L'Europe, avec son sol varié et ses contours accidentés, ne ressemble ni à l'Asie, ni à l'Afrique, ni à l'Amérique, ni à l'Océanie. Et sans sortir de l'Europe, est-ce qu'on pourrait confondre l'Italie et l'Angleterre, la Prusse et l'Espagne, la Russie et la France? Mais, en France même, n'y a-t-il pas des départements tout en relief et d'autres tout en plaine? Passez de la Flandre dans la Corse, du Cantal dans la Beauce, des Vosges dans les Landes; passez seulement de Bretagne en Normandie — deux provinces contiguës — et l'on n'aura pas besoin de vous prévenir que vous avez changé de milieu. Il n'y a pas deux fleuves

ici bas, ni deux montagnes qui soient pareils. La géographie est peut-être la seule science qui ne se répète jamais.

3° *Différences géologiques.* — Ce n'est pas seulement la configuration superficielle qui varie d'un pays à un autre, mais aussi la constitution intime du sol. Mille convulsions violentes ayant troublé l'ordre primitif des sédiments, tous les terrains, sans en excepter les plus anciennement formés, se trouvent représentés dans l'écorce terrestre et ils y donnent lieu à toutes les combinaisons possibles.

4° *Différences de productions.* — La conséquence naturelle des différences climatologiques, géographiques et géologiques est la diversité des productions naturelles, soit animales, soit végétales. Les animaux et les plantes n'ont pas, comme l'homme, le don de vivre partout. Les zones tropicales possèdent le palmier, la canne à sucre, le café, le coton... qu'on essaierait vainement d'acclimater sous le ciel brumeux du nord. Les zones tempérées ont les forêts touffues et les verts herbages. L'oranger, le citronnier, dont les fruits d'or se mirent à Nice dans les eaux bleues d'une mer toujours tiède, s'étiolent et meurent à quelques lieues de là. L'olivier ne pénètre guère plus avant dans les terres. La vigne, déjà moins frileuse, s'avance de coteaux en coteaux jusque sur les bords de la Seine; mais elle s'y arrête. Chaque essence se trouve limitée d'une manière si précise dans sa propagation qu'on peut dessiner sur une carte le périmètre d'une culture comme le contour d'une province.

5° *Différences de races.* — A l'extrême diversité des productions naturelles s'ajoute encore celle des races et des peuples. Il y a dans les qualités physiques et intellectuelles de chacune des familles humaines quelque chose qui lui est propre, et deux nations différentes n'exploitent jamais de même les domaines qui leur sont échus. Il n'est pas besoin de passer d'Angleterre en Chine, mais seulement d'Angleterre en France ou de France en Espagne pour voir changer, brusquement, le caractère, les aptitudes, les tendances des populations.

6° *Différences de législation.* — Enfin la même race, dans le même pays, peut se trouver diversement dirigée par ceux qui la gouvernent. Ce ne sont pas toujours les mœurs qui font les lois : les lois font quelquefois les mœurs, et le régime politique, le régime civil, le régime administratif d'un peuple sont loin de rester sans influence sur sa production agricole et industrielle.

Différences de climat, différences géographiques, différences géologiques, différences de productions, de races, de législation... Voilà, sans aller plus loin, de quoi expliquer que deux pays, si voisins ou si éloignés qu'on les suppose, puissent avoir constamment besoin l'un de l'autre. La nécessité de l'échange résulte forcément de l'inégale répartition des biens de ce monde ; et, puisque cette inégalité se montre autant de peuple à peuple que d'homme à homme, il est clair que l'échange international n'a pas moins de raison d'être que l'échange entre compatriotes.

Aussi bien, Messieurs, la civilisation n'a été si lente à se propager sur la terre qu'à raison des obstacles naturels ou factices que rencontrait primitivement ce genre de commerce. Tout transport un peu long était chose très laborieuse, très coûteuse. Et jadis les pouvoirs publics, croyant bien faire, ajoutaient aux barrières naturelles toutes sortes de barrières artificielles. Tantôt on interdisait absolument, tantôt on frappait de lourdes taxes l'importation, l'exportation, le transit. Le progrès social a été la première victime de ces maladroites réglementations. Aujourd'hui encore, pour une foule d'esprits aveugles ou myopes tout au moins, la liberté des échanges est une ennemie qu'il faut enchaîner. On s'évertue à neutraliser, à coups de tarifs, toutes les conquêtes successives de l'industrie des transports. Mais l'attraction que les divers marchés exercent l'un sur l'autre est devenue telle qu'on essaiera vainement de nous ramener à un état de choses auquel le Céleste-Empire lui-même ne se résigne plus.

Dans toutes les parties du monde, Messieurs, notre siècle a vu le commerce international prendre un essor extraordinaire. Voyez ce qui s'est passé en France. L'ancienne Gaule

n'avait peut-être pas, avec le dehors, un chiffre d'affaires égal à celui de la principauté de Monaco. Au moyen âge, c'était encore peu de chose que le mouvement de nos ports; et les voies de terre ne voyaient pas même passer autant de marchandises que la voie de mer. Nos statistiques commerciales ne sont devenues régulières que sous Charles X : pour le XVI[e] siècle, on n'a rien; pour le XVII[e], presque rien; pour le XVIII[e], pas grand'chose. Mais les quelques chiffres recueillis dans les archives de l'ancien régime suffisent pour nous faire apprécier le prodigieux accroissement de nos relations avec l'étranger :

COMMERCE GÉNÉRAL DE LA FRANCE AVEC L'ÉTRANGER.

ÉPOQUES.	VALEUR ESTIMATIVE DES MARCHANDISES — entrées en France. — Millions de francs.	VALEUR ESTIMATIVE DES MARCHANDISES — sorties de France. — Millions de francs.	TOTAL. — Millions de francs.
1716	92	122	214
1750	275	340	615
1787	551	440	991
1825	534	667	1201
1850	1120	1435	2555
1875	4462	4807	9269
1880	6113	4612	10725
1885	4930	3956	8886
1888	5187	4298	9485

Vous voyez, Messieurs, quels changements depuis l'ancien régime ou même depuis la Restauration! En 1880, le commerce général de la France dépassait 10 milliards : il avait plus que décuplé en cent ans.

Et je pourrais vous citer des États dont le trafic international a marché plus vite encore.

L'Angleterre, au XVIII[e] siècle, passait déjà pour un pays très commerçant. Eh bien! voici le tableau qu'elle peut mettre en regard de celui que je viens de vous montrer (1) :

(1) *Voir* LEONE LEVI, *History of British Commerce*, 1880.

COMMERCE GÉNÉRAL DE L'ANGLETERRE AVEC L'ÉTRANGER.

ÉPOQUES.	VALEUR ESTIMATIVE DES MARCHANDISES		TOTAL.
	entrées en Angleterre. — Millions de francs.	sorties d'Angleterre. — Millions de francs.	— Millions de francs.
1763 (1)	261	326	587
1775 (1)	300	326	626
1800 (2)	706	860	1566
1825 (3)	1105	972	2077
1850 (3)	2511	1784	4295
1875 (3)	9344	7040	16384
1880 (3)	10280	7160	17440
1885 (3)	9274	6760	16034
1888 (3)	9664	7460	17124

(1) Angleterre proprement dite.
(2) Grande-Bretagne (Angleterre et Écosse).
(3) Royaume-Uni (Angleterre, Ecosse et Irlande).

Ici, le montant total des échanges s'est accru en cent ans dans la proportion de 1 à 25 et il a quadruplé en un quart de siècle, de 1850 à 1875.

En totalisant les importations et les exportations de tous les pays, on arrive, depuis une dizaine d'années, à un chiffre total de 80 milliards environ : il y a trente ans, on n'arrivait pas à 40, et si le calcul avait été possible, il y a quatre-vingts ou cent ans, je ne sais si l'on serait arrivé à 5 milliards. L'invasion réciproque des divers marchés les uns par les autres est un des phénomènes caractéristiques de notre temps et le monde entier semble aujourd'hui avoir pris pour devise : « Chacun pour tous, tous pour chacun! »

Est-ce que nous n'en sommes pas arrivés depuis longtemps, tous tant que nous sommes, riches ou pauvres, à trouver tout naturel de faire venir de l'autre bout de la terre nos aliments, nos vêtements et le reste? Nous mangeons le blé de l'Amérique, nous buvons le café du Brésil et le thé de la Chine; nous tis-

sons le coton de la Louisiane ou de l'Inde, et les laines de l'Australie ou de la République Argentine. Nos bois, nos cuirs, nos soies, nos engrais nous viennent des régions les plus lointaines... La mode, à cet égard, exagère encore les conseils de la raison. Et, chose remarquable, les protectionnistes les plus intransigeants sont souvent les premiers à faire, dans leur ménage, dans leur maison, sur leur table, une part prépondérante à ces produits extérieurs auxquels ils accusent nos lois d'ouvrir trop largement la porte. De fait, il en a toujours été ainsi plus ou moins. En tout temps et en tout lieu, le luxe a aimé à se voir payer tribut par l'industrie étrangère. Les auteurs de l'antiquité grecque et latine en font foi. Le premier écrivain français qui ait intitulé *Traité d'Économie politique* un livre rempli d'ailleurs de thèses plus anti-économiques les unes que les autres, Montchrétien de Vatteville (1), dénonçait au gouvernement royal, en 1615, le goût pervers des Français pour les produits du dehors : « Nous faisons, disait-il, plus grand estat des choses estrangères que des nostres propres et nous cherchons bien loin ce que nous avons bien près. » Et il ajoutait judicieusement : « Pour voir la femme de nostre voisin belle à nos yeux, agréable à nostre fantaisie, il ne faut pas tout soudain haïr et mépriser la nostre. »

Il y a quarante-cinq ans, W. J. Fox, constatant le même engouement chez les grands propriétaires anglais, aussi protectionnistes alors qu'ils le sont peu maintenant, raillait leur inconséquence avec plus d'humour encore et dans un tout autre esprit :

« Être indépendants de l'étranger, disait-il à peu près, voilà le thème favori, voilà la marotte de notre fière aristocratie. Ah ! la bonne histoire ! Regardez-le donc de près, ce grand seigneur si jaloux de défendre l'industrie nationale. Examinez sa vie. Entrez dans son hôtel. Voici un cuisinier français préparant le dîner de son maître et voilà un valet de chambre suisse préparant le maître pour le dîner. Milady, qu'il va mener à table, est toute resplendissante de perles : ce ne sont pas les

(1) *Voir* la nouvelle édition du *Traité de l'Économie politique* de Montchrétien, par M. Funck-Brentano, page 29.

huîtres anglaises qui fournissent ces perles-là; et la plume qui flotte sur cette belle tête n'a pas été cueillie sur la queue d'un dindon anglais. Les viandes qu'ils vont savourer viennent de Belgique; les vins qu'ils vont déguster viennent des bords du Rhône ou du Rhin. Les fleurs dont ils aiment à s'entourer sont originaires de l'Amérique du Sud et c'est la fumée d'une feuille récoltée dans l'Amérique du Nord que milord hume matin et soir... Son cheval est arabe; le chien qui le suit est du Saint-Bernard. S'il nous ouvre sa galerie, nous y admirerons des tableaux italiens et des statues grecques. Veut-il se distraire? Il va aller entendre des chanteurs florentins vociférer de la musique allemande, et cet opéra sera suivi d'un ballet français. La Reine vient, dit-on, de l'élever aux honneurs judiciaires? L'hermine qui décorera tout à l'heure ses nobles épaules n'avait jamais figuré, jusqu'ici, sur le dos d'une bête anglaise. Son esprit même n'est qu'un mélange d'éléments exotiques : c'est la Grèce et Rome qui lui ont donné sa philosophie et sa poésie; sa géométrie vient d'Alexandrie; son arithmétique est l'œuvre des Arabes; sa religion a pris naissance en Palestine. Quand il était petit, une nourrice d'outre-mer lui donnait à mordre le corail de l'Océan Indien. Lorsqu'il mourra, les marbres de Carrare s'entasseront sur sa tombe... Et voilà, concluait Fox, voilà l'homme qui dit et répète : « Soyons indépendants « de l'étranger! »

A l'époque où l'ami de Cobden proclamait si plaisamment le besoin que les diverses nationalités ont toujours eu l'une de l'autre, l'Angleterre officielle considérait encore le libre-échange comme une utopie; les lois anglaises de même que les lois françaises, en 1844, proscrivaient une foule d'importations; les chemins de fer, les bateaux à vapeur commençaient à peine; il fallait plusieurs semaines pour franchir l'Atlantique et les Européens ne pouvaient communiquer avec l'Orient qu'en faisant le tour de l'Afrique... Que dirait donc Fox aujourd'hui, en 1889, au lendemain de cette glorieuse Exposition qui vient de nous montrer juxtaposées et confondues, non seulement toutes les industries, mais toutes les races humaines? Jamais la nécessité du mouvement pour les sociétés, mouvement intérieur et mouvement extérieur, n'a été plus évidente. Jamais on n'a mieux

vu que le mouvement est pour les peuples la source et la condition du progrès !

Et de même... je reprends pour finir, Messieurs, la comparaison entre la vie individuelle et la vie sociale par laquelle j'ai commencé, de même que dans le règne animal le degré de perfection de chaque espèce se mesure au développement de l'appareil circulatoire, qui, du madrépore à l'insecte, de l'insecte au poisson, du poisson à l'oiseau, de l'oiseau au mammifère, va se complétant et se fortifiant de plus en plus, de même le degré de civilisation de chaque peuple peut se mesurer à la qualité et à la puissance de ses voies et moyens de communication...

Je me contente aujourd'hui d'affirmer cette proportionnalité : je la démontrerai bientôt à ceux qui la révoqueraient en doute; et ceci vous dit assez l'importance des questions dans le détail desquelles mes prochaines leçons vous feront pénétrer.



DÉTERMINATION

DES CONSTANTES PHYSIQUES

DES

SOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM,

Par M. J. HIRSCH.

Dans la plupart des machines frigorifiques, le véhicule employé pour transporter le froid aux points où il doit être appliqué est un liquide incongelable, constitué par une solution aqueuse et concentrée de chlorure de calcium. Cette solution ne se congèle qu'à des températures extrêmement basses.

A l'occasion d'expériences sur les machines à froid, demandées par le Ministère de la guerre, il a paru utile de déterminer, une fois pour toutes, les principales constantes physiques des solutions de chlorure de calcium.

Les constantes qui ont été déterminées sont les suivantes :

La densité,

La teneur en sel,

La chaleur spécifique.

La détermination a été faite sur des solutions amenées à divers degrés de concentration.

L'instrument de mesure généralement usité pour contrôler pratiquement la concentration de ces liqueurs est l'aréomètre Baumé. C'est au degré marqué par cet instrument que toutes les mesures ont été rapportées.

L'aréomètre Baumé qui a servi dans ces opérations a été construit par M. Golaz et vérifié directement par nous. Les

mesures ont toujours été prises à la température de 15° centigrades.

Densité. — Avec du chlorure de calcium pur on a préparé des solutions aqueuses marquant divers degrés Baumé et l'on a mesuré leur densité par la méthode du flacon.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau I.

Tableau I.

DENSITÉS DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM.

DEGRÉS Baumé (n).	DENSITÉS (d).	DEGRÉS Baumé (n).	DENSITÉS (d).
10	1,074	30	1,262
20	1,161	40	1,383

Si l'on appelle :

d, la densité,
n, le degré aréométrique Baumé,

les chiffres de ce Tableau sont représentés exactement par la formule

$$d = \frac{144}{144 - n}.$$

Teneur en sel. — Les mêmes solutions ont été analysées en vue de déterminer les teneurs en sel sec. A cet effet, deux procédés ont été employés :

1° Par dessiccation : un poids déterminé de la solution a été évaporé, puis fortement desséché, le sel résidu a été soigneusement pesé ;

2° Par précipitation, au moyen du chromate de potasse et de l'azotate d'argent (procédé Mohr) (¹).

(¹) MOHR, *Traite d'Analyse chimique à l'aide de liqueurs titrées*, traduction Forthomme, Paris, Savy, 1875, p. 371.

Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau II.

Tableau II.

TENEUR EN SEL DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM.

DEGRÉS Baumé.	TENEUR EN SEL POUR 100 GRAMMES DE SOLUTION. par dessiccation.	par précipitation.	Moyenne.	SEL pour 100 grammes d'eau.
	gr.	gr.	gr.	gr.
10	8,67	8,63	8,65	9,47
20	17,88	17,82	17,85	21,73
30	27,70	27,60	27,65	38,22
40	38,42	38,28	38,35	62,21

Chaleur spécifique. Principe de la méthode. — La chaleur spécifique des solutions aqueuses n'est pas absolument constante; elle varie un peu avec la température; nous n'avons pas cru devoir tenir compte, dans nos expériences pratiques, de ces faibles différences. Nous nous sommes contenté de mesurer la chaleur spécifique, supposée constante, par la méthode ordinaire, dite *méthode des mélanges,* et dont voici le principe :

Un poids donné du liquide à expérimenter est chauffé à une température exactement mesurée, puis mis en contact avec un poids donné d'eau froide; lorsque l'équilibre de température est à peu près établi, on relève les températures finales de l'eau et du liquide. L'élévation de température de l'eau donne la mesure de la quantité de chaleur qui a été perdue par le liquide; connaissant donc l'abaissement de température du liquide, on en déduit facilement sa chaleur spécifique.

Appareil calorimétrique. — L'appareil qui a servi à ces expériences ressemble beaucoup, comme principe, à celui décrit par M. Berthelot, dans sa *Mécanique chimique,* t. I, p. 276. Il est représenté (*Pl. II, fig.* 1), et a été construit par M. Golaz. Il se compose d'une bouteille A en laiton mince ($\frac{1}{2}$ mil-

limètre), renfermant la dissolution à expérimenter, et d'un calorimètre proprement dit, B, vase en laiton mince ($\frac{2}{10}$ de millimètre) et poli, dans lequel on place l'eau; ce vase est disposé dans un autre vase C, également en laiton poli, formant enceinte à température à peu près constante, et enveloppé d'une couche épaisse d'ouate.

Trois thermomètres t_1, t_2, t_3 servent à mesurer les températures de la solution, de l'eau contenue dans le calorimètre et de l'atmosphère du laboratoire. Le thermomètre t_2 est protégé contre les chocs par une toile métallique à grandes mailles.

Les trois thermomètres t_1 (n° 4786), t_2 (n° 4784) et t_3 (n° 4785) ont été construits par M. Tonnelot, soumis au bureau de vérification et reconnus exacts. Ils sont de très faible masse et gradués au $\frac{1}{5}$ de degré; la graduation permet d'apprécier facilement le $\frac{1}{20}$ de degré. Le calorimètre repose sur un fond en ébonite; la traverse qui supporte la bouteille et la bague par laquelle elle est tenue à la main sont également en ébonite.

Méthode d'expérimentation. — Pour faire une expérience, on verse dans la bouteille une quantité exactement pesée du liquide à expérimenter; cette quantité est telle que le liquide contenu occupe toujours un même volume, correspondant à celui de 170^{gr} d'eau distillée; le poids du liquide à mettre dans la bouteille est déduit de la Table des densités précédemment établie. Dans le calorimètre, on verse un poids de 600^{gr} d'eau distillée. Le calorimètre et l'eau qu'il contient sont refroidis de quelques degrés au-dessous de la température ambiante, indiquée par le thermomètre t_3. La bouteille et le liquide sont chauffés vers 50° à 60°.

On agite vivement l'eau et le liquide; on lit simultanément les températures indiquées par t_1 et t_2, puis immédiatement on immerge la bouteille dans le calorimètre, et l'on continue à agiter. A l'aide d'une montre à secondes, on note les indications du thermomètre t_2, et, de temps à autre, celles du thermomètre t_3, lesquelles restent sensiblement fixes, et du thermomètre t_1. Au bout d'un petit nombre de minutes, les températures indiquées par t_1 et t_2 ne diffèrent plus que de

quelques degrés : on les relève l'une et l'autre très exactement et l'expérience est terminée.

Les résultats bruts de ces expériences doivent subir deux corrections : l'une relative aux pertes ou gains de chaleur par l'effet du rayonnement, l'autre relative à la chaleur prise ou perdue par les vases dans lesquels sont contenus les liquides.

Étude du rayonnement. — Une étude préliminaire du rayonnement a été faite sur l'appareil qui a servi à ces expériences.

A cet effet, on a observé le réchauffement ou le refroidissement spontané du calorimètre, en le plaçant dans les mêmes conditions de rayonnement extérieur que dans les expériences proprement dites : le calorimètre, contenant 600^{gr} d'eau, était disposé dans son enceinte ; la bouteille, vide, mais fermée par un bouchon de liège, était placée à sa hauteur normale dans l'eau du calorimètre. On a fait ainsi deux séries d'expériences ; dans la première, on observait le refroidissement spontané de l'appareil, chauffé préalablement au-dessus de la température ambiante ; dans la deuxième, l'appareil a été préalablement refroidi, et l'on a observé son réchauffement. Les relevés étaient faits à l'aide d'une bonne montre, les lectures avaient lieu après agitation du liquide ; de temps à autre, on relevait la température extérieure à l'aide du thermomètre t_3, qui d'ailleurs variait peu, la température du laboratoire étant fort constante.

On a ainsi obtenu les chiffres inscrits dans le Tableau III ; à l'aide de ces chiffres on a dressé les courbes (*fig.* 2), qui indiquent les températures que prendrait le calorimètre, en supposant la température extérieure constante et égale à 0° ; dans ces tracés, on a pris, pour abscisses, les temps (heures) et pour ordonnées, les excès (positifs ou négatifs) de la température de l'eau (t_2) sur la température ambiante (t_3), les pertes ou gains de chaleur par rayonnement étant supposés, toutes choses égales, proportionnels à ces excès.

Si en un point de la courbe (*fig.* 2) on mène une tangente, le coefficient angulaire de cette tangente est proportionnel à la perte (positive ou négative) de chaleur par unité de temps

Tableau III.

MESURE DU RAYONNEMENT DU CALORIMÈTRE (EN DEGRÉS).

TEMPS.	EXCÈS DE LA TEMPÉRATURE du calorimètre sur la température ambiante. Positif (refroidissem^t).	Négatif (réchauffem^t).	TEMPS.	EXCÈS DE LA TEMPÉRATURE du calorimètre sur la température ambiante. Positif (refroidissem^t).	Négatif (réchauffem^t).
Heures.	Degrés cent.	Degrés cent.	Heures.	Degrés cent.	Degrés cent.
1	27,0	10,2	12	0,5	1,8
2	20,0	8,2	14	0,2	1,2
3	12,4	6,8	16	0,1	0,9
4	9,0	5,5			
5	6,7	4,6	18	»	0,75
			20	»	0,70
6	5,2	3,8			
7	4,0	3,4	25	»	0,5
8	3,0	3,0			
9	2,2	2,7	33	»	0,25
10	1,5	2,3			

correspondant à l'excès mesuré par l'ordonnée du point considéré. Il s'agit de déterminer le coefficient de proportionnalité.

Soient P, le poids du calorimètre = 133^{gr},78,
p, le poids de la bouteille = 105 ,60,

600^{gr} étant le poids de l'eau.

Au cas actuel, où il s'agit simplement d'une correction, on peut admettre que l'eau, le calorimètre et la bouteille sont à la même température; on peut aussi prendre 1 pour chaleur spécifique de l'eau, et pour chaleur spécifique du laiton, celle indiquée par Regnault, 0,09391 ([1]).

La valeur en eau du système (en grammes) est donc égale à

$$600 + (P + p)\, 0{,}09391 = 622{,}5.$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 1840, t. LXXIII, p. 34.

Chaque degré d'abaissement sur la courbe (*fig.* 2) correspond donc à une perte (ou gain) de chaleur de $622^{cal},5$ ([1]).

Les coefficients angulaires ont été obtenus graphiquement sur les courbes (*fig.* 2) tracées à grande échelle, ils ont servi à dresser le Tableau IV, ainsi que la courbe du rayonnement en calories (*fig.* 3).

Tableau IV.

RAYONNEMENT DU CALORIMÈTRE (EN CALORIES).

PERTES DE CHALEUR.		GAINS DE CHALEUR.	
Excès de température du calorimètre sur l'atmosphère ambiante.	Pertes par minute.	Excès de température de l'atmosphère ambiante sur le calorimètre.	Gains par minute.
Degrés centigr.	(Petites calories).	Degrés centigr.	(Petites calories).
1	2,07	1	1,03
2	4,14	2	2,07
3	6,55	3	3,53
4	9,34	4	5,18
5	12,40	5	7,22
6	15,50	6	9,54
7	18,62	7	12,10
8	21,79	8	15,00
9	24,90	9	18,67
10	28,01	10	22,78
12	35,67	»	»
14	43,82	»	»
16	52,09	»	»
18	61,16	»	»
20	70,97	»	»
25	99,93	»	»
30	133,23	»	»
35	248,30	»	»

([1]) Ici et dans ce qui va suivre, il s'agit toujours de la petite calorie, mesurée au gramme d'eau et au degré centigrade.

Correction relative au rayonnement. -- Au moyen de la courbe (*fig.* 3) il est facile de déterminer les pertes dues au rayonnement pendant une expérience calorimétrique. Le calcul se fait graphiquement; la *fig.* 4 représente, à échelle réduite, les tracés qui ont été employés; elle s'applique à l'expérience faite le 26 novembre 1889 sur une solution de chlorure marquant 30° Baumé.

Au moyen des relevés faits pendant l'expérience, on trace une première courbe DBE, représentant à chaque instant les excès (positifs ou négatifs) de la température du calorimètre sur la température ambiante. De cette première courbe, à l'aide du Tableau IV, on déduit facilement, pour chacun des instants de l'expérience, la quantité de chaleur perdue ou gagnée par minute; on trace ainsi la courbe ABC; l'intégration de cette courbe se fait au planimètre, et le résultat est la chaleur totale que le calorimètre a gagnée ou perdue par l'effet du rayonnement.

Expériences sur l'eau distillée. — Afin de contrôler l'exactitude de la méthode adoptée et de déterminer les constantes

Tableau V.

EXPÉRIENCES CALORIMÉTRIQUES SUR L'EAU DISTILLÉE.

Poids de l'eau dans le calorimètre.... 600gr
Poids de l'eau dans la bouteille 170

DATE des expériences.	BOUTEILLE. Températures		CALORIMÈTRE. Températures		Perte par rayonnement.
	initiale.	finale.	initiale.	finale.	
	Degrés c.	Degrés c.	Degrés c.	Degrés c.	Pet. calor.
8 novembre 1889.	54,60	19,67	9,33	19,43	55,1
»	43,20	17,40	9,7	17,20	15,4
»	31,60	15,10	9,98	14,85	— 3,9
21 novembre 1889.	54,00	18,90	8,40	18,50	76,3
»	39,40	15,40	8,05	15,00	27,3
»	30,80	12,80	7,10	12,40	4,0

de l'appareil, on a fait une série d'expériences sur l'eau distillée.

A cet effet, on plaçait dans la bouteille 170gr d'eau distillée et l'on procédait comme il a été dit précédemment. Les résultats bruts de ces expériences sont donnés dans le Tableau V.

Appelons :

t_0, t_1, les températures initiale et finale de l'eau de la bouteille,
q_0, q_1, les chaleurs totales par kilogramme d'eau correspondantes, quantités définies par Regnault et tirées des Tables de cet auteur,
T_0, T_1, et Q_0, Q_1 les quantités correspondantes, pour le calorimètre,
K, les pertes de chaleur du calorimètre dues au rayonnement et calculées ainsi qu'il a été dit ci-dessus,
b, la valeur en eau de la partie du métal de la bouteille qui prend la température intérieure,
c, la même quantité pour le métal du calorimètre et de la bouteille qui prend la température de l'eau du calorimètre ;

On aura

$$170(q_0 - q_1) + b(t_0 - t_1)$$
$$= 600(Q_1 - Q_0) + c(T_1 - T_0) + K.$$

Les valeurs b et c ne sont pas connues directement. On les a déterminées par tâtonnements, de telle sorte qu'elles satisfissent le mieux possible à l'équation ci-dessus, appliquée aux six expériences du Tableau V. On a été ainsi conduit à poser

$$b = 9,1, \qquad c = 13,4.$$

L'application de ces valeurs aux expériences en question a conduit aux vérifications portées au Tableau VI.

On voit par ce Tableau que les valeurs attribuées à b et à c satisfont d'une manière convenable aux expériences faites sur l'eau distillée.

Expériences sur les solutions salines. — L'équation ci-dessus s'applique, avec de légères modifications, au cas des solutions de chlorure de calcium.

Tableau VI.

VÉRIFICATION DES VALEURS EN EAU :

De la bouteille... $b = 9,1$.
Du calorimètre... $c = 13,4$.

DATE des expériences.	CHALEUR perdue par la bouteille.	CHALEUR gagnée par le calorimètre.	DIFFÉRENCES Absolues.	DIFFÉRENCES en centièmes de la chaleur perdue par la bouteille.
	Petites calor.	Petites calor.	Pet. calor.	Pour 100.
8 novembre 1889...	6262,7	6250,5	+ 12,2	0,19
»	4794,1	4785,9	+ 8,2	0,18
»	2931,9	2956,2	— 24,3	— 0,82
21 novembre 1889...	6301,7	6271,7	+ 30,0	0,47
»	4305,1	4290,4	+ 14,7	0,34
»	3227,2	3255,1	— 27,9	— 0,86
Totaux et moyennes.	27822,9	27810,0	+ 12,9	0,04 p. 100

Conservons les mêmes notations et appelons en outre

m, la chaleur spécifique moyenne de la solution expérimentée,
p, le poids de cette solution introduit dans la bouteille,

On aura

$$(mp + b)(t_0 - t_1) = 600(Q_1 - Q_0) + c(T_1 - T_0) + K,$$

d'où

$$m = \frac{600(Q_1 - Q_0) + c(T_1 - T_0) + K - b(t_0 - t_1)}{p(t_0 - t_1)};$$

le poids p est réglé à chaque expérience, de telle sorte que le niveau affleure à la même hauteur dans la bouteille; le calcul de ce poids se déduit de la Table de densité (I). On a pris pour b et c les valeurs admises plus haut :

$$b = 9,1, \qquad c = 13,4.$$

Les résultats bruts des expériences sont portés au Tableau VII.

Tableau VII.

CHALEURS SPÉCIFIQUES DES DISSOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM.

DEGRÉS Baumé.	DATE de l'expérience.	BOUTEILLE. Température initiale.	BOUTEILLE. Température finale.	CALORIMÈTRE Température initiale	CALORIMÈTRE Température finale.	CALORIMÈTRE Pertes par rayonnement.	CHALEUR spécifique mesurée	CHALEUR spécifique moyenne
		deg. C.	deg. C.	deg. C.	deg. C.	pet.cal.		
10°	30 nov. 1889	50,80	17,82	8,30	17,58	−22	0,892	0,889
	»	45,00	17,40	9,40	17,20	−26,5	0,894	
	»	35,00	15,20	9,30	14,95	−96	0,882	
20°	30 nov. 1889	54,50	20,20	10,60	19,70	+89	0,792	0,781
	»	40,80	17,00	10,20	16,60	−49	0,779	
	»	38,40	17,62	11,70	17,20	−26	0,770	
30°	26 nov. 1889	48,50	16,45	7,90	16,05	+14	0,686	0,685
	»	42,00	14,80	7,30	14,30	−58	0,683	
	»	33,80	13,50	7,80	13,10	−86	0,684	
40°	26 nov. 1889	50,20	18,00	8,70	16,95	68	0,638	0,647
	»	40,30	15,40	8,20	14,80	−37	0,646	
	»	30,10	13,60	8,15	12,70	−98	0,655	

Il a paru intéressant de comparer les résultats ainsi obtenus avec ceux consignés dans les Ouvrages les plus autorisés. Dans la *Mécanique chimique* de M. Berthelot, on trouve les Tableaux des chaleurs spécifiques de diverses solutions salines; nous en avons tiré les nombres obtenus par M. Marignac ([1]). En transformant les rapports chimiques en rapports de poids, on arrive aux chiffres inscrits dans le Tableau VIII. Ce Tableau est traduit graphiquement sur la *fig.* 5. On voit que, jusqu'à 30 pour 100 de sel, la concordance des déterminations est exacte à moins de 0,01 près, et même aux environs de 25 pour 100, c'est-à-dire dans la région la plus intéressante, il y a coïncidence presque complète; pour les solutions très concentrées, les deux

([1]) Le travail de M. Marignac est inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VIII, p. 417

courbes se séparent et, pour une teneur d'environ 38 pour 100, correspondant à 40° Baumé, la différence s'élève à près de 0,03.

Tableau VIII.

CHALEURS SPÉCIFIQUES DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM.

M. MARIGNAC (¹).		EXPÉRIENCES DU CONSERVATOIRE.	
Teneur des dissolutions en centièmes.	Chaleurs spécifiques.	Teneur des dissolutions en centièmes.	Chaleurs spécifiques.
38,10	0,6176	38,35	0,647
29,10	0,6741	27,65	0,685
19,77	0,7538	17,85	0,781
10,97	0,8510	8,65	0,889
2,99	0.955		

(¹) BERTHELOT, *Mécanique chimique*, t. I, page 500.

Ensemble des constantes. — Enfin les résultats de toutes ces expériences sur les solutions de chlorure de calcium sont résumés dans le Tableau IX et dans la *fig.* 6.

Tableau IX.

CONSTANTES PHYSIQUES DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM.

DEGRÉS Baumé.	DENSITÉ.	TENEUR en sel pour 100 de solution.	CHALEUR spécifique.
10°	1,074	8,65	0,889
20	1,161	17,85	0,781
30	1,262	27,65	0,685
40	1,383	38,35	0,647



APPLICATION

DE LA

THÉORIE ÉTHÉRO-THERMIQUE

A L'ÉTUDE DE LA VAPEUR D'EAU,

Par **M. J. MACFARLANE GRAY** (1),

Chef inspecteur des Ingénieurs de la Marine anglaise.

TRADUCTION DE M. GUSTAVE RICHARD,

Ingénieur civil des Mines.

L'idée d'une pression de l'éther est aussi ancienne que la Science grecque. Newton considérait cette pression comme la cause de la gravitation, mais il n'en publia aucune théorie « parce qu'il ne pouvait, dit-il, se faire, d'après l'expérience et l'observation, aucune idée satisfaisante de ce milieu et de son mode d'action dans la production des principaux phénomènes de la nature (2) ».

Depuis la fin de la vie terrestre de Newton, l'esprit humain a réalisé de grandes conquêtes : la théorie atomique de la Chimie, la théorie cinétique des gaz, la science de l'Électricité

---

(1) *The Ether-Pressure Theory of Thermodynamics applied to Steam* (*Inst. of Naval Architects*, 11 avril 1889, et *Inst. of Mechanical Engineers*, juillet 1889.)

(2) *Voir* page 287.

Chimie, la théorie cinétique des gaz. la science de l'Électricité et du Magnétisme, la théorie ondulatoire de la lumière, le spectroscope et le téléphone. Nous sommes donc aujourd'hui bien mieux armés que Newton pour spéculer sur les phénomènes physiques; et je crois que, s'il avait pu aborder avec de pareils moyens le problème dont il s'est occupé pendant tant d'années, Newton n'aurait pas manqué de le résoudre complètement en quelques jours.

Pression de l'éther. — L'idée qui m'a dirigé dans ces recherches est que tous les phénomènes physiques sont le résultat immédiat de la pression d'un éther invisible, universel, impalpable sur les surfaces des molécules de la matière ordinaire. Cette pression de l'éther peut être extrêmement élevée : de plusieurs millions de tonnes par centimètre carré.

D'après Maxwell, il faut, si l'éther est moléculaire, pour produire la gravitation, « que le groupement des molécules reste du même type, la configuration de leurs groupes n'étant que faiblement altérée pendant le mouvement ».

Dans son *Essai sur l'entendement,* Locke objecte à la théorie de la pression de l'éther, telle qu'on la comprenait de son temps, que, si cette pression peut empêcher de séparer deux corps dans une direction perpendiculaire à leurs surfaces de contact, elle ne peut les empêcher de glisser l'un sur l'autre et d'être ainsi séparés dans une direction parallèle à ces surfaces. Locke était un ami intime de Newton, qui lui a probablement suggéré cette objection. Nous verrons que l'objection de Locke disparaît si l'on considère l'éther comme formé de particules de matières séparées, beaucoup plus petites que les atomes des corps connus des chimistes, mais néanmoins de dimensions comparables aux leurs.

On démontre, en Thermodynamique, que les molécules des gaz se meuvent dans toutes les directions et que, si l'on néglige leurs dimensions en les considérant comme des points mathématiques bien que doués d'une réalité physique, l'énergie E de leur agitation moléculaire est égale à la moitié du produit de la pression p par le volume v.

Le jeu moyen (*play-space*) de chacun de ces points, ou le volume moyen v dans lequel il se déplace librement, est alors égal à

$$v = \frac{2}{3}\frac{E}{p},$$

p étant la pression par unité de surface.

Donnons aux particules de l'éther le nom d'*éthides*, pour les distinguer des atomes et des molécules de la matière ordinaire, et supposons-les de forme sphérique : la relation

$$v = \frac{2}{3}\frac{E}{p}$$

sera exacte pour les éthides comme pour les molécules d'un gaz parfait.

Quel est l'effet du diamètre des éthides sur l'expression $v = \frac{2}{3}\frac{E}{p}$? Il est évident que v doit représenter le volume dynamique seulement, c'est-à-dire le volume limite décrit par les centres des éthides.

Pour rendre notre pensée plus claire, imaginons que les molécules des gaz aient une forme prismatique, comme des petites briques de matière. Supposons d'abord que les éthides frappent ces briques toujours aux mêmes points et y déterminent des entailles en forme de cupules, dans lesquelles elles pénètrent à moitié, de manière que, lors du choc, leurs centres soient compris dans les plans des surfaces des briques. Le volume $v = \frac{2}{3}\frac{E}{p}$ est dans cette hypothèse l'espace traversé par les centres des éthides, de sorte que le volume effectivement occupé par une brique dans l'éther est celui qui comprend ces cupules; et, quand on superpose deux de ces briques cupulées, le volume effectif de leur couple est précisément égal à la somme de leurs volumes simples. Si l'on rabotait les cupules des deux faces superposées, le volume effectif de la paire de briques serait, au contraire, inférieur à la somme de leurs

volumes individuels de la quantité correspondante au volume des cupules. D'autre part, si l'on en rabotait toutes les faces, le volume effectif de chacune des briques ne serait pas changé, parce que la trajectoire de choc de chacune des éthides se terminerait au même point qu'auparavant, mais le volume effectif des deux briques en contact serait aussi diminué dans la même proportion que précédemment.

Le volume total *effectif* de deux molécules de matière est donc moindre lorsqu'elles sont en contact que lorsqu'elles sont séparées.

Pour faciliter l'exposition, nous appellerons la position où se trouve le centre d'une éthide au contact d'une molécule point *méta,* du mot grec μηθα, qui désignait la borne de retour autour de laquelle les chars tournaient dans les cirques romains, avec le même sens qu'on l'emploie dans le terme méta-centre pour la théorie du navire.

La surface qui renferme tous les points méta est alors la *méta-surface.*

L'espace compris entre la méta-surface et la surface matérielle de la molécule s'appellera la *méta-couche* de cette molécule.

Le *méta-volume* d'une molécule est son volume y compris la méta-couche : son volume-matière, ou matériel, est son volume non compris la méta-couche.

La gravitation. — La pression de l'éther étant la cause immédiate de la gravitation, on peut déterminer en partant de ce principe la valeur minima de la différence des pressions exercées par l'éther sur un corps soumis à la gravité, mais sans pouvoir en calculer le maximum possible. Nous savons, en effet, que la densité de la matière peut atteindre celle du platine. Or, considérons une barre de platine d'un centimètre carré de section, d'une longueur égale au diamètre équatorial de la Terre : 7926 milles (12 700 kilomètres) et tournant autour du Soleil dans l'orbite terrestre en conservant toujours une direction radiale passant par le centre du Soleil.

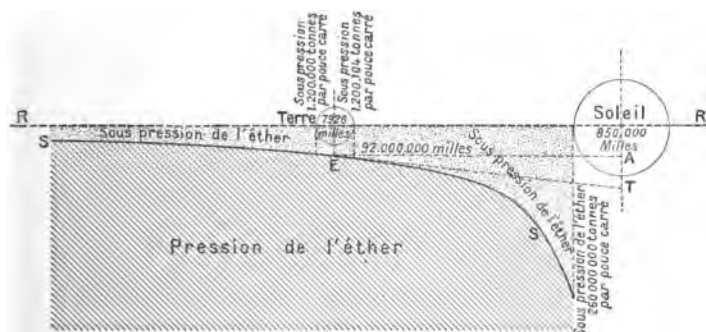
La force centrifuge, ou l'*appulsion* effective *a* de l'éther,

qui maintient cette barre sur l'orbite terrestre, est donnée par la formule

$$a = v^2 \frac{w}{rg},$$

dans laquelle on désigne par v la vitesse tangentielle de la barre en mètres par seconde, par w son poids, par r le rayon

Fig. 1.



moyen de l'orbite terrestre — 92 millions de milles ou 150 millions de kilomètres — et par g l'accélération de la pesanteur.

Effectuant le calcul, on trouve, pour la différence des pressions de l'éther aux deux extrémités de la barre, le chiffre très élevé de 16,15 tonnes par centimètre carré, ou de 104,12 tonnes par pouce carré.

Sous-pression de l'éther. — La pression de l'éther diminue dans le voisinage des masses constituées par des agglomérations d'éthides proportionnellement à ces masses et en raison inverse de leurs distances. Nous appellerons sous-pression ou *dépression* de l'éther cette diminution de pression, que l'on désigne ordinairement sous le nom de *potentiel*.

On a représenté sur la *fig*. 1, en SS, la courbe de dépression de l'éther entre la Terre et le Soleil : cette courbe est une hyperbole : les dépressions y sont représentées par ses or-

données à l'axe RR; elles s'annulent en un point de cet axe extrêmement éloigné.

Il n'y a pas, dans la nature, d'action à distance, comme on s'imagine parfois l'attraction. Newton l'a affirmé ([1]).

D'autre part, la différence entre deux fractions $\frac{1}{\rho - \frac{1}{2}}$ et $\frac{1}{\rho + \frac{1}{2}}$ est sensiblement égale à $\frac{1}{\rho^2}$ lorsque ρ est très grand, comme lorsqu'il représente le nombre de fois que la longueur d'une molécule de matière est contenue dans sa distance des centres de la Terre ou du Soleil, de sorte que l'appulsion varie en raison inverse du carré des distances.

La gravitation est la différentielle de la pression de l'éther à la surface des molécules : la différentielle de $\frac{1}{\rho}$ est $-\frac{1}{\rho^2}\,d\rho$, de sorte qu'une dépression proportionnelle à $\frac{1}{\rho}$ produit effectivement une appulsion centripète proportionnelle à $\frac{1}{\rho^2}$.

Si l'on mène en E (*fig.* 1) une tangente à l'hyperbole des dépressions SS, elle découpe en AT une longueur égale à l'ordonnée de E. Cette ordonnée équivaut, comme nous l'avons vu, à une appulsion de 104,12 tonnes par pouce carré et par diamètre terrestre — 7926 milles — compté suivant RR; la sous-pression ou dépression correspondant à la distance de la Terre au Soleil — 92 000 000 de milles — sera donc de

$$104,12\,\frac{92\,000\,000}{7296} = 1\,200\,000,$$

1 200 000 tonnes par pouce carré.

A la surface du Soleil, dont le rayon est de 425 000 milles, la dépression solaire atteindra la valeur de

$$1\,200\,000\,\frac{92\,000\,000}{425\,000} = 261\,630\,000,$$

soit 260 millions de tonnes par pouce carré (plus de 40 milliards

---

([1]) *Voir* p. 287.

d'atmosphères), et cette dépression formidable n'est, comparée à la pression totale de l'éther, guère plus que la hauteur d'une vague auprès de la profondeur de l'Atlantique.

Comme l'éther pénètre les interstices moléculaires de tous les corps, les pressions s'équilibrent à un infiniment petit près sur les faces opposées des molécules, et nous ne pouvons percevoir que cette petite différence. A la surface de la Terre, sur l'équateur, les corps subissent à minuit une pression d'éther supérieure à celle de midi de 104 tonnes par pouce carré, ou de 16000 atmosphères.

La quantité de matière d'un corps n'est, dans la théorie de la pression de l'éther ou de l'*éther-pression,* que le métavolume ou le volume effectif de ses molécules, abstraction faite de toute considération de densité, c'est-à-dire en ne tenant compte que du volume et non de la qualité de la substance. On considère que toute matière n'est qu'une simple agrégation d'éthides, et que le retrait de ces éthides de leur milieu d'éther primitivement uniforme et homogène déforme et déséquilibre ce milieu dans la direction du retrait, c'est-à-dire radialement vers les centres d'agrégation.

On considère les éthides comme groupés suivant un type permanent, de manière que l'éther peut être soumis à des efforts différents d'intensité et de direction autour d'un même point : ce en quoi il diffère des gaz. Chaque enveloppe sphérique d'un centre d'agrégation serait donc comprimée tangentiellement et distendue radialement vers le centre, c'est-à-dire que son épaisseur augmenterait, tandis que sa circonférence extérieure diminuerait. La compression tangentielle n'affecte pas la tension dans la direction radiale, mais elle maintient l'équilibre de l'éther.

Je n'essayerai pas de définir la constitution de l'éther ni la nature du mouvement de ses éthides; je ne m'y suis reporté que pour établir la grandeur de la pression de l'éther et pour démontrer, comme nous le verrons plus bas, qu'elle suffit pour rendre compte de la disparition de la chaleur latente. Maxwell et d'autres savants ont démontré que cet éther constituerait un milieu stable et pourrait expliquer la gravitation.

Nous venons de calculer la sous-pression solaire. De même

à la surface de la Terre, et s'étendant autour d'elle dans l'espace stellaire, il existe aussi une dépression. Une barre de platine d'un pouce carré de section et de 144 pieds de long pèse 1342 livres à la surface de la Terre. Lorsqu'elle est placée verticalement, la pression de l'éther doit donc être plus élevée de 1342 livres au haut de la barre qu'au bas : elle le serait de $\frac{1342}{2240} \times \frac{5200}{144} = 22$ tonnes par pouce carré pour une hauteur d'un mille (5200 pieds); ce qui, multiplié par 3956 milles, longueur du rayon terrestre, donne pour la sous-pression de l'éther à la surface de la Terre le chiffre formidable de 87 000 tonnes par pouce carré ou de 13 500 tonnes par centimètre carré.

Les sous-pressions des différents corps sont supposées n'être influencées en rien l'une par l'autre. Chaque atome, à mesure qu'il se formait par l'agrégation des éthides, déterminait sa propre sous-pression cosmique par le vide de leur jeu ou des petits espaces dans lesquels ils se mouvaient librement, et par la réduction de la méta-couche au contact de leurs surfaces. A mesure que les atomes s'agrégeaient en molécules et les molécules en blocs, les sous-pressions des particules s'ajoutaient jusqu'à produire ainsi, comme pour le Soleil, des sous-pressions énormes, s'élevant à des centaines de millions de tonnes par pouce carré.

Les calculs très approximatifs que nous venons de présenter ne servent qu'à préciser le sujet un peu plus que par de vagues généralisations; mais leurs résultats n'aboutissent guère qu'à des limites inférieures, car la densité de la matière absolument solide est bien supérieure à celle du platine, et il doit en être de même de la dépression réelle de l'éther.

Il ne faut jamais oublier, lorsqu'on s'attaque à l'absolu, qu'il n'y a réellement ni hautes ni basses pressions absolues, que ces grandeurs ne sont jamais que relatives, et qu'il n'y a par conséquent, aucune objection de principes pour ou contre l'existence de pressions de millions ou de milliards d'atmosphères tout autour des atomes. Les forces les plus formidables maniées par l'homme et les forces encore bien plus

grandes dont l'action nous est révélée par les phénomènes astronomiques peuvent très bien n'être, par rapport à la pression de l'éther, rien de plus que des vagues à la surface d'un océan sans fond, et dont les phénomènes subjectifs de notre univers ne seraient que des interférences.

L'affinité chimique. — La gravitation vient de nous montrer la grandeur colossale des pressions que la nature met en œuvre partout; nous sommes donc préparés à constater que, dans l'agrégation des atomes, la grandeur de la méta-couche éliminée doit conduire à une expression formidable pour l'énergie de l'éther. Il est aussi évident que lorsqu'on amène au contact deux groupes différemment agrégés d'une multitude d'atomes, les deux groupes de molécules peuvent dans une mêlée violente échanger leurs positions, et le méta-volume de la masse totale diminuer. Les atomes peuvent avoir bien des formes diverses, de sorte que les plus petits n'ont pas nécessairement les facettes les plus petites. C'est là l'explication de l'affinité chimique : toute action chimique tend à réduire au minimum l'étendue de la méta-couche.

La combustion. — Dans les foyers des chaudières, les atomes d'oxygène et de carbone s'unissent avec une diminution considérable du méta-volume, et l'énergie de l'expansion de l'éther se retrouve alors dans le mouvement vibratoire des atomes de la molécule.

Nous continuerons, pour simplifier l'étude de ces mouvements vibratoires, à nous en tenir à notre molécule en forme de brique, bien que nos raisonnements soient, en principe, généraux et indépendants de cette forme. Les *fig.* 2 à 7 nous permettront d'illustrer clairement notre manière de voir.

En *fig.* 2, les briques AB, CD viennent de s'aborder en B et C, et leur méta-volume est presque maximum, mais, comme elles sont frappées de tout côté par les éthides, elles ne peuvent conserver leurs positions relatives parce que la surface effective en D est plus grande qu'en C de toute la méta-couche retranchée de CD. Il en est de même pour les faces A et B. Les briques sont donc poussées dans la direction des flèches

par une pression effective de l'éther proportionnelle à la section transversale des méta-couches au contact, dont le

Fig. 2.

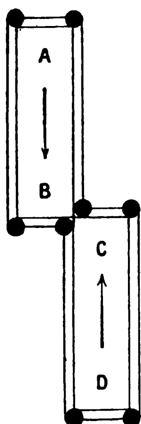


Fig. 3.

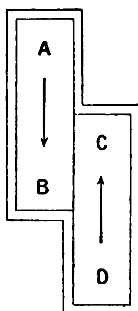
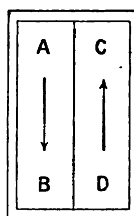


Fig. 4.



produit par le glissement de chaque brique sur l'autre est pré-

Fig. 6.

Fig. 5.

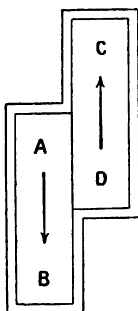
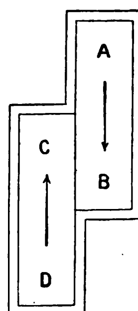


Fig. 7.



cisément égal au volume de méta-couche enlevé sur chaque brique.

Ces briques franchissent la phase *fig.* 3 avec une grande accélération, et leur vitesse est maxima en *fig.* 4. La région de l'éther s'est détendue d'un volume égal à celui de la méta-couche supprimée, et le travail dépensé par l'éther dans son expansion se retrouve maintenant dans l'énergie relative des briques. Cette impulsion leur fait franchir la phase *fig.* 5, mais avec une grande diminution de vitesse, car elles dépensent alors leur énergie à comprimer de l'éther à mesure que leur méta-volume augmente jusqu'à son maximum en *fig.* 6, où les briques sont de nouveau en repos relatif, pour reprendre ensuite leur mouvement, comme en *fig.* 7.

On suppose les éthides groupées de façon qu'une compression de l'éther en un point quelconque y provoque un accroissement de pression locale comme pour un corps solide. La force effective augmentera donc avec la compression, et proportionnellement dans l'exemple choisi. Le mouvement réciproque des briques sera donc isochrone; et j'imagine que c'est la condition même de l'éclat incandescent de la matière dans les flammes ou dans la photosphère du Soleil; toutefois l'amplitude des oscillations peut être très petite.

Chaleur rayonnante. — Ce sont ces vibrations isochrones qui produisent la palpitation de l'éther que nous appelons chaleur rayonnante. A chaque oscillation, l'éther restitue aux atomes moins d'énergie qu'il vient d'en recevoir parce qu'une partie de cette dernière énergie se dissipe dans toute la masse de l'éther. L'état radiant d'un gaz est celui pour lequel ses molécules sont animées de mouvements relatifs les unes par rapport aux autres. Aux basses températures, elles ne sont pas en mouvement relatif, et le gaz n'est pas radiant; mais il peut rendre radiant par le choc un solide qu'il renferme. Les molécules des solides et des liquides sont toujours en vibration les unes sur les autres, comme nos deux briques, mais l'amplitude de leurs oscillations est beaucoup moindre.

Cohésion. — Cette théorie explique la cohésion des solides. La dilatation d'un solide consiste, entre ses limites d'élasticité, en un petit glissement de toutes ses molécules les unes sur

les autres dans la direction des efforts, et le travail dépensé à dilater le corps est en réalité dépensé sur l'éther par l'accroissement de la méta-couche qui accompagne l'expension du corps. Il en est de même dans la compression, accompagnée aussi d'un accroissement de la méta-couche et du méta-volume.

Chaleur latente. — Que signifie la chaleur latente? Lorsqu'on évapore de l'eau bouillante à la pression atmosphérique, en plein air par exemple, la chaleur dépensée pour cette vaporisation seule est équivalente au travail nécessaire pour élever de 230 kilomètres l'eau vaporisée. Sur ces 230^{km} il y en a 60 qui représentent l'équivalent de la chaleur de la vapeur considérée comme un gaz; le reste, 170^{km}, représente la chaleur latente de vaporisation. Il faut y ajouter encore environ 135^{km} pour la chaleur de l'eau, soit, en tout, une hauteur représentative de 365^{km} environ. La somme des deux derniers travaux : 305^{km}, constitue la chaleur de *ségrégation* ou de séparation, dépensée à comprimer l'éther par l'accroissement de la méta-couche lorsque les molécules d'eau quittent leur état liquide. L'augmentation de volume qui accompagne ce changement d'état est très considérable, ainsi que l'accroissement de la surface exposée des molécules; et ce changement d'état doit être accompagné d'un développement correspondant des méta-couches, et par suite d'un travail de compression de l'éther. Lorsque les molécules reviennent à leur état primitif par la condensation, l'énergie latente reparaît sous forme de chaleur.

Énergie des gaz. — D'après l'hypothèse des méta-couches telle que nous l'avons exposée, l'énergie dépensée à élever la température d'un corps solide au-dessus du zéro absolu serait appliquée à augmenter l'amplitude du mouvement relatif de ses molécules en contact lesquelles accroissent par leurs glissements réciproques le méta-volume moléculaire moyen de la substance, et compriment ainsi l'éther. Dès que l'amplitude de ces glissements augmente au point de séparer les molécules, la vaporisation commence, mais il faut, en

outre, communiquer au corps la chaleur équivalente à l'énergie constitutive de la vapeur à cette température.

Nous allons maintenant considérer quelle est cette énergie constitutive d'un gaz.

On démontre en Thermodynamique que l'énergie de translation des molécules d'un gaz est égale à $1{,}5\,pv$: nous allons chercher à rendre cette proposition plus claire.

Considérons un gaz où le nombre et les mouvements des molécules soient partout uniformément distribués. Que ces mouvements soient concordants ou confus, leurs composantes suivant trois axes rectangulaires n'en seront pas moins également réparties dans ces trois directions. Considérons celles de ces composantes perpendiculaires à un élément de surface donnée, de sorte qu'il y ait toujours, par unité de volume, une masse m qui se meut vers cette surface élémentaire avec une vitesse composante u_1, perpendiculaire à cette surface. La quantité de mouvement de cette masse est mu_1, normalement à l'élément de surface qui en subira l'impulsion u_1 fois par seconde et par unité de surface, en supposant les molécules extrêmement petites, et leur impulsion sera égale à mu_1^{-2}, de sorte que, par la réflexion de ces molécules, la variation totale de leur quantité de mouvement sera de $2mu_1^2$ par seconde et par unité de surface.

Désignons par u_0^2 le quotient

$$\frac{\sum mu_1^2}{\varpi}$$

de toutes les quantités mu_1^2 par la masse totale ϖ de l'unité de volume; la pression p sera égale à

$$p = 2\,\varpi u_0^2 \text{ par unité de surface.}$$

Or, chaque volume cubique élémentaire subira sur chacune de ses six faces une impulsion mu_0^2, et l'on aura, en désignant par u la vitesse moyenne des particules sous l'unité de volume ϖ, l'expression

$$\varpi u^2 = 6\,\varpi u_0^2;$$

comme

$$p = 2\,\varpi u_0^2,$$

il vient

$$3p = 6\,\varpi u_0^2 = \varpi u^2,$$

d'où

$$p = \frac{\varpi u^2}{3}$$

$$= \frac{\varpi u^2}{3g},$$

en unités de poids par unité de surface.

On a aussi identiquement, puisque ϖ augmente avec v,

$$pv = \frac{\varpi u^2}{3g}.$$

D'autre part, l'énergie interne totale E est égale à

$$E = \frac{\varpi u^2}{2g}$$

$$= \frac{3}{2} pv.$$

La composante de cette énergie suivant chacun des trois axes rectangulaires est donc égale à

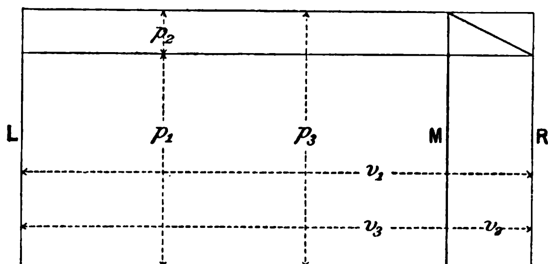
$$\frac{1}{2} pv.$$

Si la pression p n'est pas la même suivant chacune de ces trois directions, comme on le suppose pour l'éther, il faut calculer la composante de l'énergie dans chacune des directions d'après la pression correspondante.

Nous n'avons, dans ce qui précède, fait au sujet des mouvements des molécules aucune hypothèse autre que l'uniformité de leur distribution, et nous avons considéré ces particules comme réduites, mais en étendue seulement, à des points mathématiques. Si l'éther n'est pas une matière continue, cette expression de pv en fonction de l'énergie doit pouvoir s'appliquer aussi à l'éther quand on considère les dimensions

des éthides comme négligeables. On peut considérer le gaz ou la vapeur renfermée dans un vase comme formé d'une multitude de molécules uniformément distribuées au milieu d'une multitude beaucoup plus nombreuse d'éthides, et la pression absolue est commune aux molécules et aux éthides. La

Fig. 8.



pression apparente est l'excès de cette pression commune sur la pression extérieure. Le pv actuel du gaz et de l'éther est égal aux $\frac{2}{3}$ de l'énergie de mouvement des éthides et des molécules.

Le jeu moyen d'une éthide ou d'une molécule quelconque serait aussi donné par l'expression

$$v = \frac{2}{3}\frac{E}{p},$$

E étant l'énergie moyenne de cette particule, et, bien que ces jeux soient répartis dans toute l'étendue de la masse gazeuse, ils ne se confondent jamais entre eux. Nous pouvons donc, sans en ignorer aucune des conditions dynamiques, raisonner pour simplifier comme si toutes les molécules du gaz étaient reléguées à la droite d'une capacité cylindrique (*fig.* 8) et les éthides à gauche, en L, séparées par un piston imperméable M, infiniment mince.

Au zéro absolu, les molécules tout à fait immobiles occupent dynamiquement un espace nul. Communiquons-leur de

l'énergie ; il se formera un gaz occupant un certain volume dynamique, et l'éther sera comprimé ; mais, quelle que soit la modification que subit la vitesse des éthides à l'intérieur du gaz, elle se compose par choc avec la vitesse des éthides extérieures à la surface du vase, et se transmet avec la vitesse de l'éclair dans l'espace libre. La vitesse des éthides intérieures est donc ramenée à celle des éthides extérieures dans quelque état de compression que se trouvent leurs jeux ou volumes d'oscillation (*play-spaces*) ; c'est-à-dire que ces jeux sont comprimés avec une énergie constante, ou que pv est constant pour chaque éthide. Le piston mathématique R se sera donc déplacé pendant la compression de R en M, et la courbe indicatrice de ces pressions sera l'hyperbole équilatère $pv =$ constante.

Pression des gaz. — Le pv des éthides, qui est maintenant le p_3v_3 de la *fig.* 8, est numériquement le même que précédemment ou p_1v_1. Le pv total s'est donc augmenté du pv actuel des molécules gazeuses, ou de p_3v_2. Si nous ignorions la présence de l'éther, nous penserions que ce p_3v_2 est le *seul* pv dans le cylindre, et nous l'écririons p_2v_1, p_2 étant la pression apparente, ou l'excès de la pression locale sur la pression extérieure.

Chaleur spécifique à volume constant. — Lorsqu'un gaz augmente de volume à pression constante, il accomplit un travail externe égal à l'accroissement de son pv, et, dans ce cas, l'énergie totale se répartit comme il suit :

Augmentation de l'énergie cinétique....	$1,5pv$.
» du jeu moléculaire.......	1 »
Travail externe	1 »
Total.............	$3,5pv$.

Rapport des chaleurs spécifiques. — Le rapport des énergies nécessaires pour augmenter d'une même quantité le pv d'un gaz sous pression constante et à volume constant est

donc égal à $\frac{3,5}{2,5} = 1,4$: on le désigne ordinairement en Thermodynamique par la lettre γ, en lui attribuant la valeur

$$\gamma = 1,408.$$

Cette valeur a été déduite d'expériences sur la vitesse u du son dans l'air, d'après la formule

$$u^2 = gvp\gamma,$$

dans laquelle on désigne par

u la vitesse du son en mètres par seconde,
g l'accélération de la pesanteur,
v le volume du kilogramme d'air en mètres cubes,
p la pression en kilogrammes par mètre carré.

Des expériences plus récentes ont donné

$$\gamma = 1,402,$$

qui concorde d'une façon bien remarquable avec la valeur théorique précédente.

J'ai, d'autre part, démontré dans un Mémoire présenté le 25 février 1882 à la *Physical Society*, sur la détermination de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau, par Regnault, que la chaleur spécifique de la vapeur à pression constante déduite de la relation $\gamma = 1,4$ est parfaitement d'accord avec les expériences de Regnault.

Nous pouvons maintenant formuler comme il suit les trois déductions auxquelles nous sommes arrivés :

1° Dans tout changement d'état moléculaire de la matière, comme dans le passage de l'état liquide à l'état de vapeur ou de gaz, la chaleur de transformation ou l'énergie de ségrégation est constante à toutes les températures, si le changement d'agrégation moléculaire est le même.

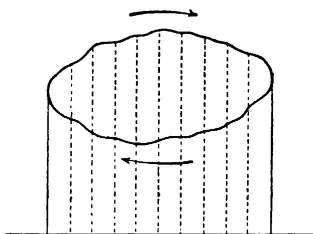
2° La chaleur spécifique des gaz à volume constant est égale à 2,5 fois la variation de pv.

3° La chaleur spécifique des gaz à pression constante est égale à 3,5 fois la variation de pv.

Le mot chaleur est employé, ainsi qu'il convient dans un travail de ce genre, comme synonyme d'énergie.

Si l'on prend pour unité de volume un espace renfermant l'unité ordinaire de volume un nombre de fois égal à celui qui exprime l'équivalent mécanique de la chaleur, l'énergie et la chaleur sont exprimées par les mêmes nombres, et l'on ne voit

Fig. 9.



plus figurer dans les formules l'expression de l'équivalent mécanique. D'après cette convention, que nous suivrons désormais, l'unité pv est l'équivalent mécanique de l'unité de chaleur.

Seconde loi de la Thermodynamique. — La seconde loi de la Thermodynamique peut s'énoncer en disant que chacun des points figuratifs du diagramme *entropique* ou θ, φ définit un état et un seul état du corps (¹).

Le travail accompli par la description d'une courbe fermée de ce diagramme est donc représenté par l'aire de cette courbe.

Divisons (*fig.* 9) cette aire en éléments par des bandes verticales, le travail correspondant à l'un quelconque de ces éléments est égal à l'aire comprise entre les températures

(¹) Le diagramme *entropique* a pour ordonnées les températures absolues θ et pour abscisses les entropies correspondantes $\frac{Q}{\theta}$.

extrêmes limitées par la courbe. La chaleur dépensée sur cet élément est représentée par la hauteur totale de la bande depuis la ligne de base jusqu'à la température la plus élevée et la chaleur rejetée par la distance de la ligne de base à la température la moins élevée. Le rendement de l'élément en travail est donc égal au rapport de la différence de ces deux hauteurs à la hauteur totale de la bande, c'est-à-dire au quotient de la différence des deux températures extrêmes par la température absolue la plus élevée : ce rapport est connu sous le nom de *fonction de Carnot.*

C'est en préparant la série de Mémoires sur les soupapes de sûreté et l'écoulement de la vapeur, publiés en 1871 par le *Nautical Magazine*, que j'ai abordé pour la première fois la théorie de l'éther-pression. J'y ai depuis consacré tous mes loisirs. Mon objet a été de simplifier la Thermodynamique pour les ingénieurs. Ceux qui ne se soucient que des résultats, sans aucun désir de pénétrer les actions cachées de la nature qui produisent ces résultats, peuvent, s'ils le veulent, parfaitement ignorer l'éther-pression, tout en profitant matériellement de cette simplification. Il leur suffira d'admettre seulement que la chaleur de ségrégation est à peu près constante à toutes les températures et que le rapport 1,4 des deux chaleurs spécifiques de l'air ou des gaz est un résultat expérimental. Ils n'ont même pas à se préoccuper de l'origine de la chaleur latente. J'ai pensé, néanmoins, qu'il valait mieux écrire ce Mémoire en partant de mes idées personnelles, et je n'ai pas hésité à présenter quelques propositions hardies sur l'univers dans lequel nous vivons, propositions qui sont, je le crois, bien aptes à suggérer des réflexions utiles, parce qu'elles s'élèvent et s'étendent bien au delà de la question des machines à vapeur qui en a été l'occasion.

ANNEXE

Extraits du Tome IV des *Œuvres de Newton* (édition de Horsley, 1782) indiquant comment la conception de l'éther gravifique prit naissance dans l'esprit de Newton et dans quel état il en laissa la théorie.

28 *février* 1678-9. — Sir Isaac Newton à l'honorable M. Boyle (p. 390).

« ... Je ferai une hypothèse de plus, qui me vient à l'esprit en écrivant cette lettre : elle a trait à la cause de la gravité. Je supposerai, à cet effet, l'éther composé de parties différentes les unes des autres en subtilité par des degrés indéfinis; que la proportion d'éther grossier par rapport à l'éther subtil est moindre dans les pores des corps que dans l'espace et, qu'en conséquence, il se trouve, dans le corps de la terre, relativement beaucoup moins d'éther grossier que dans l'air; et aussi que l'éther le plus grossier dans l'air affecte les régions supérieures de la terre, et l'éther le plus subtil de la terre les basses régions de l'air, de manière que, du haut de l'atmosphère à la terre, puis de la surface de la terre au centre, l'éther devienne insensiblement de plus en plus subtil. Considérons maintenant un corps suspendu dans l'air ou reposant sur la terre, et que l'éther soit, par notre hypothèse, plus grossier dans les pores des parties supérieures du corps que dans ceux du bas; l'éther grossier, moins apte à se loger dans ces pores que l'éther subtil du bas, tendra à en sortir pour faire place à l'éther inférieur, ce qui ne peut se faire sans que le corps descende afin de lui ménager en haut la place nécessaire pour lui faire place.

» On pourrait rendre, grâce à cette hypothèse de la subtilité graduelle des différentes parties de l'éther, bien des questions plus claires et plus intelligibles, mais ce que je viens de dire suffira pour vous faire discerner facilement s'il y a dans ces conjectures quelques degrés de probabilité : c'est tout ce que je désire. Pour ma part, j'ai si peu d'inclinaison vers ces sortes de spéculations que je n'aurais jamais pensé de vous en écrire si vous ne m'y aviez encouragé... »

17 *janvier* 1692-3. — Newton au Dr Bentley (p. 437).

« ... Vous me parlez souvent de la gravité comme essentielle et inhérente à la matière. Veuillez ne pas m'attribuer cette notion, car je ne prétends pas connaître la cause de la gravité et ne passerai par conséquent pas plus de temps à m'en occuper. »

25 *février* 1692-3. — Newton au Dr Bentley (p. 438).

« ... Je trouve très bien la dernière clause de la seconde proposition. Il est inconcevable que la matière brute inanimée puisse, sans l'intervention de quelque chose d'autre, qui ne soit pas matériel, agir sur une autre matière et l'affecter sans contact mutuel, comme cela aurait lieu si la gravitation, dans le sens où l'entendait Épicure, était essentielle et inhérente à la matière. C'est une des raisons pour lesquelles je désire que l'on ne m'attribue pas l'idée d'une gravité innée. Que la gravité puisse être innée, inhérente et essentielle à la matière, de sorte qu'un corps agisse sur un autre à distance au travers d'un *vide*, sans l'intervention de quelque chose d'autre, par et au travers de quoi ces corps puissent transmettre l'un à l'autre leur action et leur force : c'est pour moi une si grande absurdité que je ne pense pas qu'un homme ayant une faculté de penser compétente en matières philosophiques puisse jamais y tomber. La gravité doit être causée par un agent agissant constamment suivant certaines lois; mais je laisse à la considération de mes lecteurs la question de savoir si cet agent est matériel ou immatériel. »

16 *juillet* 1717. — *Avertissement,* II (p. 3).

« Dans cette seconde édition de *l'Optique*, j'ai omis les considérations mathématiques publiées à la fin de ma première édition comme étrangères au sujet, et j'ai ajouté à la fin du troisième Livre quelques questions. J'ai aussi, pour montrer que je ne considère pas la gravité comme une propriété essentielle des corps, ajouté une question traitant de sa cause, et

en choisissant à ce propos la forme d'une question, parce que je ne m'en suis pas encore satisfait par défaut d'expériences. »

Question 21 (p. 224) se rapportant à l'éther.

« Ce milieu n'est-il pas plus rare dans les corps denses, comme le Soleil, les étoiles, les planètes et les comètes, que dans les espaces célestes vides qui les séparent? Ne devient-il pas de plus en plus dense indéfiniment à mesure que l'on s'éloigne de ces corps, et n'est-ce pas la cause de la gravité de ces grands corps les uns vers les autres et de leurs parties vers les corps, chaque corps tendant à aller des parties les plus denses de l'éther vers les plus rares? Car, si ce milieu est plus rare dans le corps du Soleil qu'à sa surface, et plus rare là qu'à la centième partie d'un pouce de son corps, où il est aussi plus rare qu'à la cinquantième partie d'un pouce et que dans l'orbite de Saturne, je ne vois pas de raison pour que l'accroissement de sa densité cesse quelque part et ne continue pas à toutes distances du Soleil, jusqu'à l'orbite de Saturne et au delà. Et, bien que cet accroissement de densité puisse être, aux grandes distances, excessivement lent, il peut néanmoins suffire, si la force élastique de ce milieu est très grande, pour repousser les corps des parties les plus denses du milieu vers les moins denses avec toute la puissance que nous appelons gravité. Or la rapidité de ses vibrations suffit pour nous démontrer que la force élastique de ce milieu est excessivement grande. Le son se meut avec une vitesse de 1140 pieds anglais par seconde; il parcourt, en sept ou huit minutes près d'une centaine de milles anglais. La lumière vient du Soleil à nous en sept ou huit minutes, en franchissant une distance d'environ 70 millions de milles anglais, en supposant que la parallaxe du Soleil soit de 12″. Les vibrations et pulsations de ce milieu doivent, pour produire les alternances de facile transmission et de facile réflexion, être plus rapides que la lumière, ou 700 000 fois plus rapides que le son. La force élastique de ce milieu, en proportion de sa densité, est donc 700 000 $\times$ 700 000, ou plus de 490 milliards de fois plus

grande que la force élastique de l'air en proportion de sa densité, car la vitesse des pulsations des milieux élastiques est proportionnelle au produit de la racine carrée de l'élasticité du milieu par sa rareté. »

Question 28 (p. 237).

« Nous avons contre l'hypothèse d'un pareil milieu : d'un fluide dense, l'autorité des philosophes les plus anciens et les plus célèbres de la Grèce et de la Phénicie, qui ont fait de l'existence d'un vide avec atomes et de la gravité des atomes les premiers principes de leur philosophie en attribuant tacitement la gravité à quelque autre cause que la matière dense. Des philosophes plus modernes ont banni la considération d'une telle cause de leur philosophie naturelle, en imaginant des hypothèses pour expliquer toute chose mécaniquement et renvoyant les autres causes à la métaphysique. Mais l'objet principal de la philosophie naturelle est de raisonner d'après les phénomènes, sans imaginer d'hypothèses, et de déduire les causes des effets jusqu'à ce que nous arrivions à la cause première, laquelle n'est certainement pas mécanique, et non seulement de dévoiler le mécanisme du monde, mais aussi et surtout de résoudre des questions de ce genre : Qu'y a-t-il dans l'espace vide de matière? D'où vient-il que le Soleil et les planètes gravitent l'un vers l'autre sans matière entre eux? »

Question 31 (p. 242).

« On sait très bien que les corps agissent les uns sur les autres par les attractions de la gravité, du magnétisme et de l'électricité; ces phénomènes montrent le mode et le principe général d'action de la nature, et donnent à penser qu'il existe probablement d'autres puissances attractives que celles-là; car la nature est très logique et très confortable pour elle-même. Comment ces attractions peuvent être accomplies? je ne l'examinerai pas ici. Ce que j'appelle l'attraction peut être accompli par des impulsions ou par tout autre moyen que je ne connais pas; je n'emploie ici ce mot que dans le sens gé-

néral d'une force par laquelle les corps tendent l'un vers l'autre, quelle qu'en soit la cause, car nous devons apprendre des phénomènes de la nature quels sont les corps qui s'attirent et quelles sont les lois et les propriétés de l'attraction avant de pouvoir nous enquérir de la cause de l'attraction. »

Question 31 (p. 261).

« Nous dire que chaque espèce de choses est douée d'une qualité spécifique occulte par laquelle elle agit et produit des effets manifestes, c'est ne rien dire; mais déduire des phénomènes deux ou trois principes généraux du mouvement, et nous dire ensuite comment les propriétés et les actions des corps découlent de ces principes manifestes, ce serait un grand progrès dans la philosophie, les causes de ces principes fussent-elles encore inconnues. Je n'hésite donc pas à proposer les principes du mouvement exposés plus haut, dont l'étendue est très générale, et je laisse à trouver leur cause. »



LES

APPLICATIONS DE LA PERSPECTIVE

AU LEVER DES PLANS.

VUES DESSINÉES A LA CHAMBRE CLAIRE. — PHOTOGRAPHIES.

Par le Colonel A. LAUSSEDAT.

AVANT-PROPOS. — HISTORIQUE.

Il y a bien longtemps, plus de quarante ans, que, chargé de faire des études topographiques dans les Pyrénées, j'avais été frappé de la lenteur des procédés en usage, même de ceux que l'on qualifie d'expéditifs et qui ne le deviennent réellement qu'à la condition de ne donner que des résultats incomplets et souvent insuffisants.

Pour recueillir des renseignements un peu précis sur les formes et les accidents du terrain, soit que l'on se place au point de vue du géologue et du géographe ou à celui de l'ingénieur et du militaire, il faut, en effet, avec les méthodes ordinaires, pouvoir parcourir le pays dans tous les sens, revenir sans cesse sur ses pas, mesurer, en grand nombre, des angles et des distances, noter ces mesures, les accompagner d'une foule d'indications qui ne mettent pas toujours à l'abri de la confusion, quand on en vient à les rapporter sur la feuille de dessin qui porte le nom de *plan* ou de *carte*, selon l'échelle que l'on emploie et l'étendue de pays que l'on veut représenter.

Une réflexion bien simple, mais dont la portée peut ne pas être aperçue tout d'abord, m'avait bien traversé l'esprit. Nous ne voyons jamais les objets qui nous environnent que d'un point de l'espace, et cette condition nécessaire de notre nature fait que nous sommes instinctivement plus attirés par un tableau représentant la *vue* d'un monument que par les *plans* et les *dessins géométraux* de l'architecte le plus habile; il en est de même, à plus forte raison, d'un paysage mis à côté du plan topographique le plus parfait.

En parcourant les Pyrénées et en y prenant mes interminables mesures d'angles et de distances, je regrettais bien souvent de ne pouvoir pas dessiner les sites pittoresques, les admirables paysages que je rencontrais et qui étaient bien autrement attrayants, bien autrement expressifs, je ne le sentais que trop, que les squelettes, très exacts d'ailleurs, que je traçais à l'aide de la planchette et de la boussole. L'idée me revenait alors incessamment, quand je m'arrêtais pour pointer mon alidade sur les différents points que je voulais relever, qu'en définitive *chacune de mes stations était un point de vue* et que c'étaient des rayons visuels que je projetais sur mon papier tendu horizontalement. Que faisais-je, en allant d'une station à l'autre, sinon changer de point de vue? Et mon plan, son canevas et sa broderie même, c'est-à-dire les détails des accidents de terrain, projetés aussi, ne résultaient-ils pas, en somme, de la combinaison des perspectives naturelles que j'avais successivement sous les yeux? C'était encore une transformation de la perspective que j'effectuais quand, à l'aide des angles mesurés dans des plans verticaux, je déterminais des différences de niveau pour représenter conventionnellement le relief du terrain.

Je sentais donc que si l'on pouvait parvenir à dessiner rapidement et correctement les paysages vus des différentes stations, et même en moins grand nombre, on y trouverait réunis tous les éléments des constructions géométriques que l'on recueillait péniblement un à un, au moyen des instruments géométriques et de nivellement. Je savais en outre, à n'en pas douter, que ces paysages aideraient singulièrement ceux qui les consulteraient en même temps que la carte, à se faire une

idée beaucoup plus nette, aussi complète que possible, du pays qu'elle représentait.

On rencontrait bien, çà et là, dans les relations de voyages, des vues pittoresques, independamment des cartes ou des plans, et je dis indépendamment parce qu'il n'existait habituellement aucune relation bien définie entre les unes et les autres.

D'ailleurs les illustrations, aujourd'hui si multipliées grâce à la Photographie, étaient rares et leur exactitude laissait le plus souvent à désirer avant l'intervention de cet art merveilleux. Les marins et les hydrographes faisaient seuls un usage assez général de vues de côtes prises du large mises en rapport immédiat avec leurs cartes, chacune de ces vues étant destinée surtout à guider les navigateurs pour entrer dans le port ou dans la baie qui faisait l'objet de la carte correspondante.

C'était un hydrographe qui, le premier, devait songer à se servir des vues pittoresques, non plus seulement pour illustrer les cartes des côtes, mais pour construire ces cartes elles-mêmes, pour reconnaître rapidement, et plus exactement qu'on ne l'avait fait avant lui, les terres rencontrées dans les voyages de découvertes par mer, enfin, plus tard, pour aider à relever rigoureusement le littoral des continents anciens les mieux connus. Cet hydrographe portait un nom prédestiné pour un homme qui devait passer la plus grande partie de sa vie embarqué, tantôt sur les aventureux navires qui exploraient la vaste mer, tantôt sur des bâtiments légers qui ne perdaient jamais de vue les côtes de France ou celles des autres contrées de l'Europe; il s'appelait Beautemps-Beaupré. J'ajoute immédiatement que les Anglais, peu suspects de partialité en faveur d'un ingénieur français, l'ont surnommé le Père de l'Hydrographie.

On me pardonnera sans doute de donner ici quelques détails biographiques sur le savant heureusement inspiré qui est le véritable ancêtre de la Photo-topographie ([1]) que j'ai eu le

---

([1]) Les Allemands, dans le but d'éviter une répétition désagréable à l'oreille, ont qualifié l'art dont il s'agit du nom de *Photogrammétrie* qui est, en effet, plus harmonieux et qui pourrait être généralement adopté.

premier l'honneur de pratiquer, en passant par une étape qui mérite d'être mentionnée comme je me propose de le faire dans l'un des Chapitres suivants.

Beautemps-Beaupré avait été à bonne école; il avait débuté, à 19 ans, au dépôt de la marine, sous la direction de Fleurieu et sous celle d'un autre géographe illustre, son parent, Buache II (Jean-Nicolas), celui qui avait préparé avec Lapeyrouse les cartes qui devaient servir à ce célèbre et infortuné navigateur. Après avoir commencé, dans la Baltique, des travaux hydrographiques qu'il devait terminer plus tard, avec le plus grand succès, Beautemps-Beaupré avait été désigné, en 1791, à l'âge de 25 ans, pour accompagner d'Entrecasteaux, envoyé à la recherche de Lapeyrouse. Cette campagne ne devait pas atteindre son but ([1]), mais elle n'en fut pas moins très laborieuse et très fructueuse pour la Géographie. Beautemps-Beaupré y contribua largement pour sa part en faisant usage de procédés nouveaux qu'il avait imaginés et qu'il a exposés dans l'Ouvrage intitulé : *Méthode pour la levée et la construction des cartes et plans hydrographiques* ([2]).

Je citerai un peu plus loin les deux ou trois passages du Chapitre Ier de ce livre fondamental qui contiennent le germe de la méthode particulière dont nous avons à nous occuper; mais je dois auparavant dire comment j'ai été conduit à le consulter.

Précisément à l'époque où mon attention s'était portée sur ce sujet, paraissait une de ces intéressantes Notices scientifiques dont Arago enrichissait l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. Cette fois, c'était en 1846, la Notice était un rapport présenté à l'Académie des Sciences, par une commission dont Beautemps-Beaupré faisait partie, sur le voyage effectué en Abyssinie, de 1839 à 1842, par deux officiers d'état-major, MM. Galinier et Ferret. J'y rencontrai le passage suivant, qui

([1]) On sait, en effet, que le sort de l'expédition de Lapeyrouse n'a été révélé que par Dumont d'Urville pendant le mémorable voyage de circumnavigation exécuté de 1837 à 1840 et terminé deux ans avant la catastrophe du chemin de fer de Paris à Versailles, dans laquelle l'illustre navigateur mourut si misérablement avec sa femme et son fils.

([2]) Imprimerie impériale, 1811, déjà publié en 1808.

me confirma dans l'idée que les vues pittoresques étaient de précieux documents topographiques dont il s'agissait seulement de savoir tirer parti.

« Le membre de la commission auquel était plus particulièrement dévolu le soin d'examiner les résultats géographiques de l'expédition d'Abyssinie, a eu dans les mains plusieurs des plans topographiques dessinés sur les lieux. L'étude de ces plans, les explications verbales données par les deux voyageurs, ne lui permettent pas de douter que les formes du terrain n'aient été rendues dans la nouvelle carte avec une grande vérité. *La commission, néanmoins, s'associe à M. Beautemps-Beaupré dans l'expression d'un regret :* elle aurait désiré que des circonstances plus favorables eussent permis à MM. Galinier et Ferret de *joindre à leurs croquis quelques vues développées sous forme de panoramas.* Ces vues, lorsqu'on y inscrit les distances angulaires de tous les points remarquables, observés au théodolite, et l'orientation exacte d'un de ces points obtenu astronomiquement ou avec une boussole, préviennent une foule d'erreurs occasionnées par l'ignorance des guides et ont, en outre, l'*avantage inappréciable de pouvoir être consultées utilement dans tous les temps.* Qu'on ne s'y trompe pas : cette remarque est beaucoup moins une légère critique du travail de MM. Galinier et Ferret que la *recommandation la plus expresse d'une méthode presque généralement négligée.* »

Cette méthode presque généralement négligée, où était-elle décrite? J'allai aux renseignements et j'appris qu'elle avait été non seulement recommandée mais pratiquée sur la plus grande échelle par Beautemps-Beaupré lui-même pendant un demi-siècle.

Les inventeurs ne font pas toujours connaître les motifs qui les ont déterminés à sortir des sentiers battus et à chercher de nouvelles voies plus larges et plus faciles. Dès le début de l'Ouvrage dont j'ai donné précédemment le titre, Beautemps-Beaupré, tout en reconnaissant ce qu'il devait à ses maîtres, MM. de Fleurieu et Buache, donne les siens et explique comment il a été amené à substituer l'emploi du cercle à réflexion de Borda à la boussole pour faire les relèvements

des côtes, ce dernier instrument occasionnant de fréquentes erreurs.

« Après avoir adopté, dit-il, le cercle à réflexion pour mesurer les distances angulaires des points remarquables des côtes, et avoir reconnu la possibilité d'observer au même instant un très grand nombre d'angles (¹), je jugeai qu'il fallait encore chercher *le moyen le plus sûr et le plus facile de désigner les positions auxquelles appartenaient ces angles soit qu'ils fussent pris d'une station à la mer ou d'une station à terre.* L'emploi des lettres de l'alphabet et des chiffres pour désigner les objets qui n'avaient point encore de noms, conduisait, il est vrai, au but qu'il fallait s'efforcer d'atteindre; mais, en se bornant à ce moyen, l'on s'exposait à commettre des erreurs d'autant plus graves qu'il n'y avait pas à espérer de vérification. *Je crois avoir trouvé la manière d'éviter ces erreurs, en faisant* A CHAQUE STATION UNE VUE DE CÔTE, où non seulement on indique par des lettres ou des chiffres les objets les plus remarquables, mais où l'on écrit les mesures des angles observés, ainsi que les gisemens des pointes relevées les unes par les autres, l'estime des distances, etc. *Cette manière d'opérer que j'ai constamment suivie, m'a procuré l'avantage d'avoir toujours sous les yeux, en construisant mes cartes, les objets tels qu'ils s'étaient présentés lors des relèvements; et bien souvent elle a servi à me faire reconnaître des erreurs* qui s'étaient glissées dans les observations ».

J'ignorais, quand cette révélation me fut faite, si les traditions de Beautemps-Beaupré s'étaient conservées dans la marine, mais je savais bien que le regret exprimé au sein de la commission académique était fondé et que cette méthode à la fois ingénieuse et féconde qui consistait à enregistrer les mesures angulaires sur des vues pittoresques était, je ne dirai pas négligée mais, pour ainsi dire, inconnue dans l'armée. Il y avait cependant une exception toute récente alors dans le corps du génie, et je suis heureux de rendre ici justice à l'un

(¹) En se faisant aider par d'autres observateurs exercés par lui et très heureux de le seconder.

de mes anciens chefs, M. le commandant Leblanc, mort colonel quelques années plus tard, qui fut le premier et peut-être, faut-il ajouter, le seul à introduire les procédés de Beautemps-Beaupré dans les reconnaissances topographiques.

Le commandant Leblanc, comme Beautemps-Beaupré, dessinait, à main levée, des vues pittoresques et y inscrivait les angles ou les distances apparentes des points remarquables mesurés souvent sommairement.

J'avais commencé à opérer ainsi, mais je ne tardai pas à reconnaître que, même après m'être exercé à dessiner le paysage, je passais beaucoup de temps à tracer des vues qui étaient toujours imparfaites et surtout incomplètes. Je songeai alors à recourir à la chambre claire de Wollaston dont je m'étais heureusement servi quelques années auparavant avec un de mes camarades élève à l'École des Beaux-Arts ([1]), pour dessiner des bas-reliefs, des rondes bosses et des monuments, en particulier la façade méridionale de l'hôtel des Invalides. Le problème que je m'étais proposé et dont je n'avais pas cessé de m'occuper pendant quatre ans était résolu. Je n'eus, en effet, qu'à faire un premier essai, avec la chambre claire et sur le même monument, pour m'assurer qu'il serait aisé de retrouver, sur l'image obtenue dans des conditions bien déterminées, tous les angles que l'on pouvait mesurer sur le terrain avec la planchette, la boussole ou tout autre instrument muni de cercles divisés.

Je fis cette première expérience en 1849 et j'en montrai les résultats tout à fait concluants au colonel Leblanc, qui fut le premier à y applaudir. L'image, la perspective du monument sans aucun chiffre remplaçait avantageusement le croquis le plus détaillé sur lequel on eût inscrit les angles horizontaux et les angles verticaux mesurés en aussi grand nombre qu'on voudra l'imaginer de la station d'où elle avait été prise; en un mot, la chambre claire pouvait être considérée comme le meilleur des instruments enregistreurs. Il fallait, cependant, prendre certaines précautions pour régler cet instrument, pour le

([1]) Auguste Bourgeois, architecte de talent à qui l'on doit la restauration du château d'Anet, neveu et élève de Caristie.

mettre en station, et il fallait aussi faire disparaître sûrement un léger défaut qui en rendait l'usage incommode et qui pouvait devenir une cause d'erreurs. C'est à quoi je m'attachai alors et à quoi je parvins en peu de temps de la manière la plus satisfaisante ([1]).

Je donnerai plus loin la description de la chambre claire organisée pour rendre à la fois rapide et sûre la méthode des perspectives appliquée à la Topographie et au nivellement; mais je dois faire remarquer, dès à présent, que les progrès de la Photographie devaient bientôt faciliter encore davantage l'emploi de cette méthode. Il m'a suffi, en effet, de transporter à la chambre obscure les règles que j'avais établies pour utiliser la chambre claire et qui sont celles que suivent, en définitive, avec des variantes plus ou moins heureuses, tous ceux qui ont cherché, après moi, à entrer dans la même voie si simple et si féconde tout à la fois.

Je ne saurais me dispenser, à ce propos, de présenter une autre remarque, c'est qu'il avait semblé, tout d'abord, que jamais on ne pourrait faire usage en mer d'une autre méthode que celle de Beautemps-Beaupré, — croquis dessinés à main levée, angles mesurés au cercle à réflexion, — la mobilité du navire ou d'une embarcation ne permettant pas de recourir à des instruments fixes, comme la chambre claire et, jusque dans ces derniers temps, la chambre obscure. Pour le premier, c'est-à-dire la chambre claire, l'impossibilité de s'en servir subsistera toujours, ce qui ne devrait pas empêcher les marins aussi bien que les autres voyageurs de s'en pourvoir pour opérer à terre ([2]); mais, avec les procédés instantanés et

---

([1]) Arago, que j'avais entretenu de mes essais, m'avait engagé de m'adresser à Froment pour réaliser le perfectionnement que j'avais apporté à la construction du prisme de Wollaston, monté de manière à transformer la chambre claire en un instrument de mesure. Je suivis son conseil, et, trois mois plus tard, j'étais en possession d'un admirable appareil de précision. L'excellent opticien Bertaud avait exécuté, avec une rare perfection, le prisme qui en est l'organe essentiel.

([2]) On a imaginé beaucoup d'autres instruments pour dessiner les perspectives et, parmi les plus récents et les plus ingénieux, il convient de signaler l'*orographe* de M. Schrader. Nous n'en connaissons cependant aucun qui soit aussi commode à transporter et à employer, *dans toutes*

en prenant quelques précautions faciles à imaginer, il est bien probable que la chambre obscure *tenue à la main* sera employée, si elle ne l'a déjà été, à la reconnaissance des côtes.

Je n'ai point l'intention de reproduire ici *in extenso* les deux Mémoires sur la chambre claire et sur la chambre obscure qui ont été publiés, en 1854 et en 1864, dans le *Mémorial de l'officier du génie;* mais, comme ce recueil est peu répandu et ne sera sans doute jamais réimprimé, quelques personnes m'ont demandé, et j'ai pensé qu'il pouvait être intéressant et utile en même temps, d'en présenter dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* une analyse propre à donner une idée exacte de la simplicité des méthodes et des propriétés des appareils que j'ai proposés depuis si longtemps pour faire servir les vues dessinées ou photographiées à la construction des cartes et des plans.

Cet exposé, dans lequel on retrouvera les principes que j'ai toujours considérés comme les mieux appropriés à la transformation des perspectives, a beaucoup moins pour objet de rappeler un droit de priorité, qui ne m'a jamais paru contesté, que de mettre en garde contre des illusions auxquelles on se laisse aisément entraîner en renonçant aux vues photographiées ordinaires obtenues sur des surfaces planes qui sont si faciles à utiliser, pour recourir à des vues panoramiques ou à des anamorphoses, les unes moins maniables et les autres plus curieuses que vraiment satisfaisantes.

MÉTHODES.

Remarque préliminaire. — Le problème inverse de la perspective, dans le cas où il s'agit d'objets dont les formes sont régulières, édifices, travaux d'art, etc., est une question très simple de Géométrie descriptive [1].

---

les circonstances possibles, que la chambre claire à laquelle on peut associer, comme nous le dirons plus tard, une lunette qui sert, au besoin, à dessiner les détails des objets éloignés.

[1] Nous donnerons un peu plus loin un ou deux exemples pour rappeler les principes de la solution de ce problème.

On conçoit aisément que la restitution du plan ou d'une partie du plan et de celles des élévations d'un monument dont on a une vue exacte puisse s'en déduire immédiatement, parce que les monuments présentent le plus habituellement des lignes droites verticales et horizontales dont les perspectives suivent des lois bien connues.

Il n'en est plus de même, quand on cherche à déduire, du paysage le plus exactement dessiné, le plan du terrain dont il offre une image, les formes et les accidents de la surface du sol présentant généralement des irrégularités de toute nature. En pareil cas, une seule vue ne saurait suffire ([1]) et il faut, pour utiliser celles que l'on obtient en se portant successivement à plusieurs points de vue ou stations, relier celles-ci les unes aux autres ou bien connaître les positions relatives d'un certain nombre de points remarquables qui figurent à la fois sur plusieurs de ces vues. En un mot, il faut avoir mesuré une base et fait une triangulation ou un cheminement, ou bien avoir déjà à sa disposition des résultats acquis par des opérations antérieures faites sur le même terrain, dans la partie que l'on veut représenter.

C'est ainsi que les hydrographes, aux méthodes desquels je conseille de recourir, opèrent effectivement selon les circonstances. Quand, par exemple, ils doivent lever sous voiles des terres où ils ne veulent ou ne peuvent pas aborder, leurs stations sont les lieux occupés successivement par le navire, à des intervalles plus ou moins rapprochés et, quand cela se peut, par des embarcations qui s'en détachent et s'en éloignent à des distances convenables obtenues le plus exactement possible, distances qui servent de bases de triangulations ([2]), mais s'ils abordent pour effectuer, à terre, des mesures de bases et déterminer, à l'aide de triangles, un nombre suffisant

---

([1]) A quelques rares exceptions près, sur les circonstances desquelles nous nous arrêterons plus loin.

([2]) Quand il faut opérer sous voiles sans détacher d'embarcations, les *routes estimées* (cheminements) servent aussi de bases, mais il faut s'en défier et Beautemps-Beaupré cherchait toutes les occasions de les vérifier, en notant les heures où les points remarquables se trouvaient sur le même méridien ou le même parallèle que la *Frégate* d'où il observait.

de points remarquables du littoral, les stations qu'ils font ensuite sur le navire s'en déduisent aisément et les angles qu'ils mesurent, ainsi que les vues de côtes sur lesquelles ils les inscrivent, leur permettent d'effectuer la construction de la carte détaillée, en même temps qu'ils y rapportent les positions de leurs embarcations et les profondeurs qu'ils ont mesurées avec la sonde en chaque point.

A part ce dernier détail tout à fait spécial, je ne saurais trop insister sur l'analogie qui existe entre la situation d'un topographe chargé de faire des reconnaissances dans un pays qu'il parcourt sans y séjourner et celle du marin ou de l'hydrographe obligé, le plus souvent, de recueillir ses renseignements en toute hâte, de points à peine fixes et où il ne doit plus revenir.

Il y a une autre analogie encore plus frappante sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir, à propos de la Photographie instantanée; c'est celle qui existe évidemment entre le marin qui voudrait opérer du pont de son navire et celle de l'aéronaute placé dans la nacelle d'un ballon ([1]). Il me semblerait superflu d'ajouter que la Photographie instantanée ne rendra à la Topographie tous les services qu'on est en droit d'attendre d'elle que si l'on se pénètre bien de l'esprit des méthodes sur lesquelles je m'efforce d'appeler l'attention, en souhaitant qu'on les applique, en les développant encore.

Définition et principes généraux. — La *perspective* d'un objet est la trace laissée sur une surface plane ou courbe par un cône dont le sommet est le *point de vue* et dont les génératrices sont les *rayons visuels* qui aboutissent aux différents points de cet objet ([2]). Une vue d'un monument, un paysage

([1]) On a obtenu des photographies instantanées du wagon d'un chemin de fer marchant à grande vitesse; on a proposé d'en obtenir au moyen d'appareils portés par des ballons captifs ; on en a obtenu déjà au moyen d'appareils portés par des cerfs-volants. Il est naturel de chercher à utiliser tant de documents intéressants pour le progrès de *l'art des reconnaissances*.

([2]) Les géomètres considèrent et les ingénieurs emploient pour représenter certains objets différents systèmes de projection dont ils désignent les résultats sous le nom de perspectives. La perspective conique, dont nous rappelons les définitions, est la seule dont les artistes fassent usage et aussi la seule dont nous nous servirons.

d'après nature sont des perspectives. On donne à la surface sécante le nom de *tableau*. L'usage le plus habituellement suivi et auquel nous nous conformerons est de prendre pour tableau un plan vertical ([1]).

Le plan horizontal qui passe par le point de vue se nomme *plan d'horizon* et la trace de ce plan sur celui du tableau, *ligne d'horizon*. La perpendiculaire abaissée du point de vue sur ce tableau et située, par conséquent, dans le plan d'horizon s'appelle le *rayon principal*, et sa longueur jusqu'à la rencontre du tableau est naturellement désignée sous le nom de *distance du point de vue au tableau;* enfin, le point où cette perpendiculaire rencontre la ligne d'horizon est le *point principal* de la perspective, et le plan vertical qui le renferme, en passant par le point de vue, est appelé *plan principal*.

Bien que les ombres produites par la lumière solaire et reproduites, dans un grand nombre de cas, sur les épreuves photographiques puissent être accidentellement utilisées, nous supposerons que les vues dont nous devons nous servir ne contiennent que le dessin, le trait des formes existantes.

Réduction à l'horizon des angles compris entre les points représentés. — Supposons que nous ayons une vue tracée sur un tableau vertical sur laquelle soient marqués la ligne d'horizon et le point principal, et que l'on connaisse aussi la distance du point de vue au tableau. Soit LH (*Pl. III, fig.* 1) la ligne d'horizon, P le point principal et OP la distance du point de vue au tableau. Ce point de vue sera entièrement déterminé de position et situé, comme on vient de le dire, dans le plan d'horizon mené par LH perpendiculairement au plan du tableau; si donc l'on considère les rayons visuels qui passent par les différents points remarquables du paysage, *a, b, c, d, e, f*, et qu'on les projette sur le plan de l'horizon, les angles que formeront leurs projections seront évidemment les angles compris entre les directions des différents points considérés *réduits à l'horizon*.

([1]) Exceptionnellement, nous pourrons avoir à examiner le parti que l'on peut tirer des perspectives obtenues sur un tableau plan incliné à l'horizon ou même sur un plan horizontal.

On opère, bien entendu, comme on le fait en Géométrie descriptive, c'est-à-dire qu'en conservant le tableau pour plan vertical, on rabat le plan d'horizon autour de la ligne d'horizon prise comme charnière; le point de vue venant ainsi en O_r, les angles réduits à l'horizon se construisent en joignant ce point aux projections a', b', c', d', e', f' des points représentés sur le tableau en a, b, c, d, e, f. Cette opération si simple donne, comme nous le verrons bientôt, des résultats aussi exacts que ceux que l'on obtiendrait avec la planchette, la boussole ou tout autre instrument géométrique de même ordre, et il est à peine nécessaire d'ajouter qu'elle peut être répétée très rapidement pour tous les points du paysage que l'on veut considérer, sans avoir à redouter la moindre confusion.

Planimétrie. — Comme je l'ai dit dans l'avant-propos de cette Notice, une seule vue ne suffit pas, en général, pour permettre de construire le plan du terrain qu'elle représente; en changeant de station pour prendre une seconde vue, il faut mesurer par les procédés ordinaires la distance des deux stations, c'est-à-dire *une base* ou l'un des côtés d'un *cheminement*, et évaluer aussi, à chacune des extrémités, c'est-à-dire à chacune des stations, l'angle compris entre la direction de cette base et celle d'un point remarquable qui devra figurer sur les deux vues ([1]). Ces précautions prises, il est aisé de comprendre comment il faut opérer pour construire dans le cabinet, point par point, le plan ou une partie du plan par la méthode des intersections si fréquemment employée, sur le terrain, par les topographes.

La *fig.* 2 (*Pl. III*), qui se compose de deux vues du Mont-Valérien dessinées à la chambre claire et du plan d'une partie de la forteresse, met en évidence la simplicité du procédé. La base XY mesurée sur le terrain a été rapportée en X'Y' à

([1]) On peut, dans certains cas, connaître la distance comprise entre deux points remarquables qui figurent sur les deux vues; la distance des stations s'en déduit aisément, ce qui dispense de la mesurer. — Il pourrait même arriver que l'on connût les distances deux à deux de trois points remarquables du terrain; on déterminerait alors chacune des stations d'où seraient vus simultanément ces points par la méthode des hydrographes dite *méthode d'un point par trois autres*.

l'échelle de $\frac{1}{5000}$ adoptée pour la construction du plan (la figure gravée est réduite à l'échelle de $\frac{1}{10000}$) sur une feuille de papier sur laquelle on a ensuite orienté les deux vues au moyen des angles mesurés entre la direction de la base et celle d'un point remarquable convenablement choisi sur chacune des vues. Celles-ci ont été rabattues, comme nous l'avons expliqué, autour de la ligne d'horizon, et l'intersection des projections des rayons visuels aboutissant à un même point remarquable et très reconnaissable sur les deux images donne la position de ce point sur le plan. J'ai choisi cet exemple, parce qu'il rappelle la première expérience de ce genre faite dès le mois de juillet 1850. Tous les éléments nécessaires, la base exceptée, ayant été fournis par l'instrument qui sera décrit dans un autre Chapitre, les positions des points déterminés sur le plan furent vérifiées en les marquant sur une feuille de papier à calquer que l'on porta ensuite sur un plan exact du Mont-Valérien, levé par les méthodes rigoureuses. Cette superposition n'accusa aucune erreur; il y avait une coïncidence absolue pour tous les points. Je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance d'un semblable résultat, mais il me sera permis de faire remarquer qu'il démontrait péremptoirement que l'appareil employé, qui était alors la chambre claire modifiée, ne produisait aucune déformation des images et j'ajoute, par anticipation, aucun déplacement de l'image virtuelle, déplacement occasionné par *la parallaxe* et dont on avait tant de peine à se garantir avec les anciens instruments du même genre.

Tableau incliné sur l'horizon. — Il peut arriver, notamment dans les pays de hautes montagnes, que pour découvrir le terrain dans une direction très plongeante, on ait besoin d'incliner le tableau par rapport à la verticale.

Pour obtenir les angles des rayons visuels réduits à l'horizon sur ces vues obliques, il faut encore repérer avec soin la ligne d'horizon et mesurer l'inclinaison du tableau [1]. Les

---

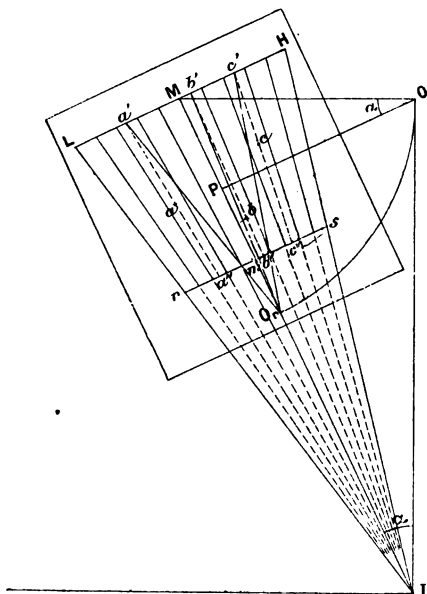
(1) On verra, au Chapitre des appareils, comment on se procure ces éléments, selon qu'on emploie la chambre claire ou la chambre obscure photographique.

lignes projetantes des points de la perspective oblique ne sont plus alors des perpendiculaires à la ligne d'horizon, mais des droites qui convergent vers le point d'intersection de la verticale du point de vue et du plan du tableau.

Ces droites seront, en effet, les traces des plans verticaux qui passent par le point de vue et leurs intersections avec la ligne d'horizon jointes au point de vue (ou son rabattement sur le plan du tableau) donneront les projections horizontales cherchées des rayons visuels.

α (*fig.* 3) étant l'inclinaison du plan du tableau sur la

Fig. 3.



verticale, le point d'intersection I de la verticale du point de vue et du plan du tableau sera situé sur la perpendiculaire menée à la ligne d'horizon dans ce plan, à une distance $\mathrm{MI} = \frac{\mathrm{OM}}{\sin\alpha}$ et comme $\mathrm{OM} = \frac{\mathrm{OP}}{\cos\alpha}$, $\mathrm{MI} = \frac{\mathrm{OP}}{\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{2\,\mathrm{OP}}{\sin 2\alpha}$.

Si cette distance était trop grande pour que le point I soit

rapporté sur le papier, on mènerait au bas de la feuille une parallèle rs à la ligne d'horizon sur laquelle, et d'après la distance Mm des deux parallèles, on prendrait une longueur rs proportionnelle à la longueur LH marquée sur la ligne d'horizon et près de ses extrémités. En divisant LH et rs en un même nombre de parties égales, les lignes projetantes des points a, b, c, ... de la perspective, c'est-à-dire $a'a''$, $b'b''$, $c'c''$, ... seront aisément obtenues en se guidant sur ces divisions. En joignant ensuite le point de vue rabattu O_r aux points a', b', c' de la ligne d'horizon, on aura les angles réduits à l'horizon $a'O_r b'$, $a'O_r c'$, $b'O_r c'$, ..., etc.

Il convient de rappeler que les données ordinaires du problème sont l'inclinaison α du plan du tableau et la distance OP du point de vue au tableau.

Nivellement. — Le nivellement des points d'une perspective rapporté provisoirement au plan d'horizon du point de vue s'effectue sans difficulté (avec une précision variable selon les cas) dès que les points sont représentés sur le plan. On se sert, pour cela, de la grandeur apparente de la perpendiculaire abaissée de chaque point de la perspective sur la ligne d'horizon, de la distance du pied de cette perpendiculaire au point de vue et de la distance vraie, mesurée sur le plan, du point considéré à la station. C'est, en un mot, une règle de trois que l'on peut exécuter rapidement avec la règle à calculs.

Ainsi, la différence de niveau h du point M et du point de vue X (*Pl. III, fig.* 2) se déduit de la proportion

$$X'm' : m_1 m' :: X'M' : h,$$

dans laquelle X'M' est évalué en mètres, d'après l'échelle du plan.

Ce procédé de nivellement, tout à fait analogue à celui dans lequel on fait usage de niveaux de pente, n'est susceptible de précision que pour des points assez rapprochés. Les erreurs graphiques que l'on commet dans l'exécution des perspectives, quand on les dessine, s'ajoutent à celles que l'on ne peut pas éviter en évaluant les grandeurs apparentes sur les

vues dessinées ou photographiées. Il y a également toujours une erreur à craindre dans le tracé de la ligne d'horizon et les inexactitudes qui en résultent croissent proportionnellement à la distance des points considérés, inversement à la distance du point de vue au tableau et à l'échelle adoptée pour le plan.

On conçoit dès lors la nécessité d'opérer, toutes les fois que cela est possible, un nivellement direct à l'aide d'instruments précis entre les sommets de la triangulation ou du cheminement qui servent de stations. Ce double canevas planimétrique et de nivellement permettra de nombreuses vérifications et, si les stations sont convenablement situées, il évitera l'inconvénient de déterminer les positions sur le plan et les cotes de points trop éloignés. On peut pressentir, dès à présent, que la principale préoccupation du topographe qui emploie la méthode des perspectives doit être de bien choisir ses stations. Cette remarque qui paraîtra peut-être superflue est de la plus haute importance.

On calculera le plus souvent, par la même méthode, les différences de niveau des stations successives, ne fût-ce qu'à titre de vérification du tracé de la ligne d'horizon.

Amplification des images. — Quand on emploie la chambre claire, on peut, même pour des points assez éloignés, mais tels que le rayon visuel s'écarte peu de l'horizon, obtenir une assez grande exactitude en se servant d'une lunette disposée en avant de la chambre claire.

Nous n'entrerons, en ce moment, dans aucun détail relativement à la manière de disposer la lunette au-devant du prisme; pour l'explication que nous voulons donner, il suffira de savoir que les faisceaux de rayons lumineux qui émergent à travers l'oculaire peuvent être réfléchis à l'intérieur du prisme avant d'entrer dans l'œil de l'observateur et que celui-ci voit alors se peindre sur la planchette des images dont les dimensions, comparées à celles qu'il dessinerait avec le prisme seul, se trouvent amplifiées dans un rapport qui est précisément ce qu'on nomme le ***grossissement*** de la lunette.

Désignons par G ce grossissement, qui varie, pour un même

instrument, avec l'observateur ([1]) et que chacun doit déterminer par une expérience directe. Supposons que la lunette porte une croisée de fils à son foyer et que l'on ait tracé sur la planchette la ligne d'horizon et le point principal; on pourra faire coïncider l'axe optique de la lunette avec le rayon principal, en projetant, *par un mouvement de rappel*, l'image de la croisée des fils sur le point principal; on fera en même temps en sorte que l'image du fil horizontal se projette sur la ligne d'horizon, et les choses étant ainsi disposées, si le point considéré est dans le champ de la lunette ou peut y être amené, l'angle qui mesure l'inclinaison du rayon visuel dirigé sur ce point étant alors amplifié proportionnellement au grossissement, l'erreur graphique dont il a été question se trouvera diminuée dans le même rapport.

Soient D la distance horizontale du point considéré à la station, d la distance du point de vue au tableau, H la différence de niveau cherchée du point de vue et du point considéré; enfin h la distance de la perspective de ce point à la ligne d'horizon, lorsqu'on observe avec le prisme seul; le nivellement est donné par la formule $H = \frac{D}{d} \times h$; mais quand on emploie une lunette dont le grossissement est G, toutes les autres quantités restant les mêmes, au lieu de h on trouve sur le tableau $h' = h \times G$. Or, comme l'erreur que l'on a à craindre est la même sur h et sur h', lorsqu'on divisera h' par G, cette erreur se trouvera divisée par le même nombre. Si l'on emploie, par exemple, une lunette qui grossisse dix fois, une erreur qui, à une certaine distance, pourrait atteindre $0^m,50$, si l'on opérait avec le prisme seul, se trouvera réduite à $0^m,05$.

Cet usage de la lunette se trouve extrêmement restreint par

([1]) Le grossissement varierait aussi avec la distance des objets, mais ceux que nous considérons sont supposés assez éloignés pour que leurs images viennent toujours se former au foyer principal de l'objectif. Pour un même observateur, G sera donc constant. — Tout ce qui est indiqué ici sur l'emploi d'une lunette associée à la chambre claire est extrait du Mémoire publié en 1854. J'aurai l'occasion de revenir sur ce sujet en parlant des reconnaissances à grandes distances faites avec ce système qui constitue un instrument auquel j'ai donné le nom de *télémétrographe*.

la condition que nous nous sommes imposée plus haut et dont il ne serait pas facile de s'affranchir, à moins de compliquer l'appareil; mais les images amplifiées des objets peuvent devenir elles-mêmes de précieux éléments de reconnaissance ([1]). Pour ne citer ici que l'une des applications les plus utiles que l'on peut faire de ce système, nous allons montrer comment il sert à mesurer directement d'assez grandes distances avec un degré d'approximation suffisant. Si l'on mesure, en effet, sur le plan du tableau, la longueur l de l'image d'une ligne verticale dont on connaît la vraie longueur L, image que nous supposons amenée dans le plan principal de la perspective; D désignant la distance horizontale cherchée du point de vue à l'objet L et d la distance du point de vue au tableau, on aura : $D = \frac{L}{l} \times d$; mais l est généralement très petit et D ne serait obtenu ainsi que très inexactement. Si l'on interpose actuellement la lunette en la dirigeant sur l'objet considéré, le prisme suivant le mouvement de la lunette, le champ de celle-ci ne cessera pas d'être représenté sur la planchette par un cercle lumineux vers le centre duquel on amènera l'image amplifiée de l'objet, et, au lieu de la longueur l, on trouvera pour cette image $l' = l \times G$, c'est-à-dire que l'erreur à craindre sera encore divisée par G. Ainsi, supposons un signal de 10 mètres de hauteur placé à une station dont on cherche la distance D, la distance du point de vue au tableau étant $0^m,30$; supposons encore que l'image du signal amenée dans le plan principal de la perspective et mesurée sur le tableau paraisse avoir $0^m,01$ de longueur; on en conclurait que la distance D est égale à $\frac{10}{0,01} \times 0^m,30 = 300^m$, mais une incertitude d'un demi-millimètre sur la mesure de l suffirait pour ôter toute chance d'exactitude à ce résultat; au lieu qu'avec une lunette grossissant dix fois, l'image paraissant

([1]) Quand on emploie une lunette astronomique munie d'une croisée de fils, les images sont vues renversées, mais il n'y a aucun inconvénient à les dessiner telles qu'on les voit. — Pour les reconnaissances détaillées, à grandes distances, il faut se servir d'une lunette terrestre, dans le champ de laquelle les images sont redressées.

avoir $0^m,10$, pour une erreur d'un millimètre avec cette dernière dimension, la mesure de la distance D serait évaluée à $\frac{1}{100}$ près. Il est d'ailleurs évident que l'approximation est proportionnelle à la hauteur des signaux et en raison inverse des distances à mesurer. Il est à peine nécessaire de faire remarquer que la précision que l'on obtient en recourant aux photographies est plus grande que celle que peut atteindre le dessinateur le plus soigneux avec la chambre claire. Les agrandissements que l'on opère, quand on a de bons clichés sur verre, peuvent être comparés, d'un autre côté, dans une certaine mesure, aux grossissements modérés des lunettes comme ceux auxquels nous avons fait allusion dans les paragraphes précédents

Signaux naturels. — On trouve souvent sur les édifices qui font partie des panoramas devant lesquels on se place, des lignes verticales ou horizontales d'une longueur assez considérable, chaînes, bandeaux, corniches, etc., dont on peut estimer d'abord très exactement les dimensions par un procédé d'arpentage quelconque, pendant qu'on est rapproché, et qui deviennent, pour de plus grandes distances, d'excellents signaux; les monuments élevés, comme la flèche d'un clocher dont on connaîtrait la hauteur au-dessus d'une ligne architecturale facile à reconnaître, peuvent ainsi servir en quelque sorte de mire permanente, de *stadia*, dans des reconnaissances rapides faites aux environs d'une ville. Enfin, tous ceux qui ont fait de ces sortes de reconnaissances savent également le parti que l'on peut tirer des signaux naturels, en général, comme des arbres élevés, peupliers, ifs, par exemple, des cheminées d'usine, etc., dont la hauteur habituelle est connue ou peut être évaluée avant de s'en éloigner. Quand ces signaux se trouvent représentés sur des vues dessinées ou photographiées prises dans des conditions convenables, leurs images rendent naturellement les mêmes services et nous n'avons pas besoin d'entrer dans de plus grands détails sur un sujet qui est d'ailleurs traité dans les Ouvrages spéciaux. Nous croyons devoir, au contraire, nous arrêter sur les règles à suivre pour utiliser, dans bien des circonstances, une perspective unique, en ne

faisant qu'indiquer d'ailleurs, au passage, le cas du lever d'un monument qui intéresse plus particulièrement les architectes et les archéologues ([1]).

Restitution partielle du plan et de l'élévation d'un édifice à l'aide de perspectives isolées. — La *fig.* 1 (*Pl. III*), dessinée à la chambre claire uniquement pour montrer le degré de précision des mesures angulaires que l'on peut prendre sur une vue quelconque ainsi obtenue, va nous servir très facilement d'exemple pour ce genre de restitution. Cette vue a été prise, cela est manifeste sur la figure, à un étage d'une maison voisine qui est sensiblement au même niveau que celui de l'aile située à gauche. La ligne d'horizon et le point principal étant tracés et le point de vue rabattu en O_r, on a trouvé immédiatement le point de fuite F des appuis de fenêtres, des bandeaux de toutes les lignes horizontales apparentes sur la façade de cette aile. On a alors déterminé le point de distance D et en prenant le bord du cadre pour *échelle des hauteurs* et menant la ligne de terre LT à une distance de la ligne d'horizon LH égale à la hauteur du point de vue au-dessus du sol de la cour intérieure dont l'aile en question forme l'un des côtés, hauteur réduite à cette même échelle, enfin, en joignant le point de fuite F au point L, on a eu les trois axes coordonnés désignés, en perspective, sous les noms de *échelle des hauteurs*, *échelle des largeurs* et *échelle des éloignements*. On a ensuite prolongé les verticales de la perspective de l'aile considérée jusqu'à la rencontre de l'échelle des éloignements et en joignant le point de distance à ces points d'intersection, on a restitué

([1]) Un savant voyageur qui a fait le plus heureux usage de la Photographie pour relever des monuments anciens, M. le Dr Gustave Le Bon, a traité ce sujet et même celui des reconnaissances photographiques dans un excellent Ouvrage intitulé : *Les Levers photographiques et la Photographie en voyage* (Paris, Gauthier-Villars et fils; 1889). Nous ne saurions mieux faire que d'y renvoyer le lecteur, notre but, dans le Mémoire actuel, étant seulement de rappeler les méthodes générales que nous avons exposées depuis longtemps, en les étendant à quelques cas devenus plus intéressants depuis nos premières publications et en constatant avec plaisir qu'elles ont été généralement adoptées, ce qui nous faisait un devoir de les compléter, en n'y apportant d'ailleurs aucune modification essentielle.

les largeurs des fenêtres et des trumeaux de toute la partie visible de la façade. Les hauteurs et les largeurs étant ainsi obtenues à la même échelle, le plan et l'élévation de cette partie de l'édifice se construisent immédiatement à cette échelle ou à telle autre que l'on voudra choisir. On voit encore sur la figure comment, après avoir tracé le côté de la cour formé par la façade de l'aile, on a obtenu le côté formé par la façade du bâtiment du fond avec ses ouvertures et le trumeau et le pilastre qui y est appliqué. Enfin, en passant au monument qui occupe le côté droit de la perspective, on a commencé, à l'aide d'un autre point de fuite et d'un autre point de distance, à déterminer les positions respectives des axes de quatre parties de l'édifice dont la projection verticale ou l'élévation se déduirait facilement; il suffirait de connaître la dimension exacte de l'une des lignes de l'édifice, par exemple la largeur de la grande ouverture cintrée ou celle de la lucarne du dôme, pour déterminer l'échelle à laquelle on exécuterait le dessin.

Nous répétons que nous n'avons voulu que rappeler des règles bien connues, en les appliquant au premier exemple venu. La pratique de ces opérations mettrait bien vite le dessinateur qui les entreprendrait au courant de la meilleure marche à suivre pour atteindre rapidement le but. Tous les architectes qui ont mis des plans et des élévations en perspective et qui ont relevé des monuments sauront d'ailleurs trouver les solutions des cas particuliers et quelquefois délicats qui peuvent se présenter.

Terrain reconnu à l'aide d'une perspective verticale unique. — Quoique nous ayons fait remarquer, dès le début de ce travail, qu'il était à peu près indispensable, pour construire le plan d'un terrain plus ou moins accidenté, de changer de point de vue et de combiner plusieurs perspectives de ce terrain, il peut arriver qu'une seule de ces perspectives soit encore d'une réelle utilité pour vérifier ou compléter, sous quelques rapports, des reconnaissances levées par un autre procédé ou même des cartes gravées inexactes comme on en trouve souvent dans le commerce.

Dans certains cas particuliers, une perspective unique peut

même suffire pour aider à construire immédiatement quelques parties d'un plan qui serviraient au besoin de canevas et sur lesquelles on rapporterait d'autres mesures faites, soit au pas, soit à l'estime ([1]).

En se plaçant, par exemple, au sommet d'un escarpement ou d'un édifice élevé d'où l'on découvrirait le rivage de la mer (les phares sont ainsi des stations précieuses), les bords d'un lac, d'un canal ou même ceux d'un fleuve, d'un cours d'eau dont la pente serait faible, un observateur qui prendrait la perspective de ces bords pourrait en conclure le plan au moyen d'une construction géométrique.

Voici le principe de cette construction que je me plais à emprunter à la *Géométrie descriptive* de Monge ([2]) :

« Lorsqu'on a un tableau offrant la perspective d'un objet, prise d'un point déterminé, on peut en déduire le tracé d'une perspective du même objet, prise du même point de vue et sur un tableau différent. En effet, l'œil et le premier tableau étant déterminés de position, la direction des rayons visuels menés de l'œil à chacun des points de l'objet se trouve fixée et l'on peut en déduire, par conséquent, leur rencontre avec la surface d'un autre tableau dont la position est donnée ».

Or, dans le cas dont il s'agit, l'objet ou les objets sont supposés contenus dans un même plan horizontal; en traçant donc les rayons visuels au moyen de la perspective *verticale* et en cherchant leurs traces sur un tableau horizontal, on obtiendra une figure semblable au contour naturel, c'est-à-dire un plan dont l'échelle sera généralement facile à déterminer par une mesure prise sur le terrain.

Cherchons à effectuer, le plus simplement possible, cette transformation d'une perspective verticale en une perspective horizontale.

Il est évident d'abord, par la nature même de la question, que la ligne d'horizon laissera tous les points considérés de la

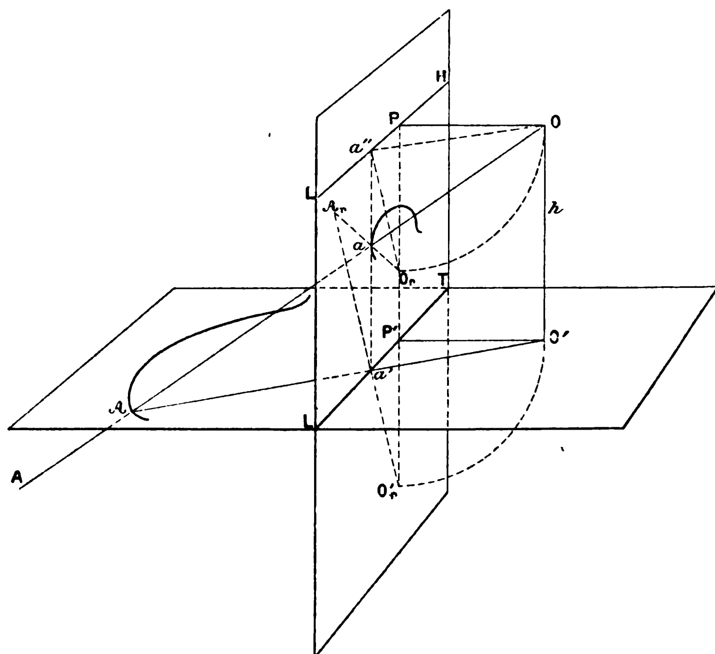
---

([1]) Ce passage a été écrit en 1850; en le reproduisant, nous ne devons pas manquer d'ajouter qu'une seule vue peut actuellement être un plan directement obtenu de la nacelle d'un ballon, mais ce cas tout à fait particulier n'était pas prévu alors et sera toujours rare.

([2]) Page 168, 4e édition.

perspective au-dessous d'elle. Soient donc O (*fig.* 4) le point de vue, LH la ligne d'horizon et P le point principal; à une distance $OO' = h$ qui peut-être plus grande ou plus petite que OP, menons le plan horizontal qui doit actuellement être pris pour plan du tableau, joignons le point de vue O à un point

Fig. 4.



quelconque *a* de la perspective verticale et prolongeons indéfiniment le rayon visuel O*a* : ce rayon percera le tableau horizontal en un point 𝒜; supposons ce point trouvé et joignons-le à la projection O′ du point de vue, O′𝒜 coupera la ligne de terre LT en *a*′. Par le point de vue, menons dans le plan d'horizon la ligne O*a*″ parallèle à O′𝒜, les trois points *a*″, *a* et *a*′ étant dans le plan vertical du rayon visuel seront sur une même ligne droite perpendiculaire à la ligne de terre et à la ligne d'horizon. Rabattons maintenant sur le tableau vertical,

d'une part le plan d'horizon qui aura la ligne d'horizon pour charnière, et, de l'autre, le tableau horizontal que nous ferons tourner autour de la ligne de terre. Après cette double opération, les lignes $a''O_r$ et $\mathcal{A}_r a'O'_r$ seront encore parallèles, comme l'étaient dans l'espace les lignes Oa'' et $O'a'\mathcal{A}$ dont elles sont les rabattements, et la similitude des triangles $a''Oa$ et $\mathcal{A}aa'$ donnant la proportion $aa'' : aa' :: Oa'' : \mathcal{A}a'$, les triangles $a''O_r a$ et $\mathcal{A}_r a a'$ que l'on formera en joignant le point a aux points $\mathcal{A}_r$ et O_r seront semblables, d'où il suit que les trois points O_r, a et $\mathcal{A}_r$ sont en ligne droite.

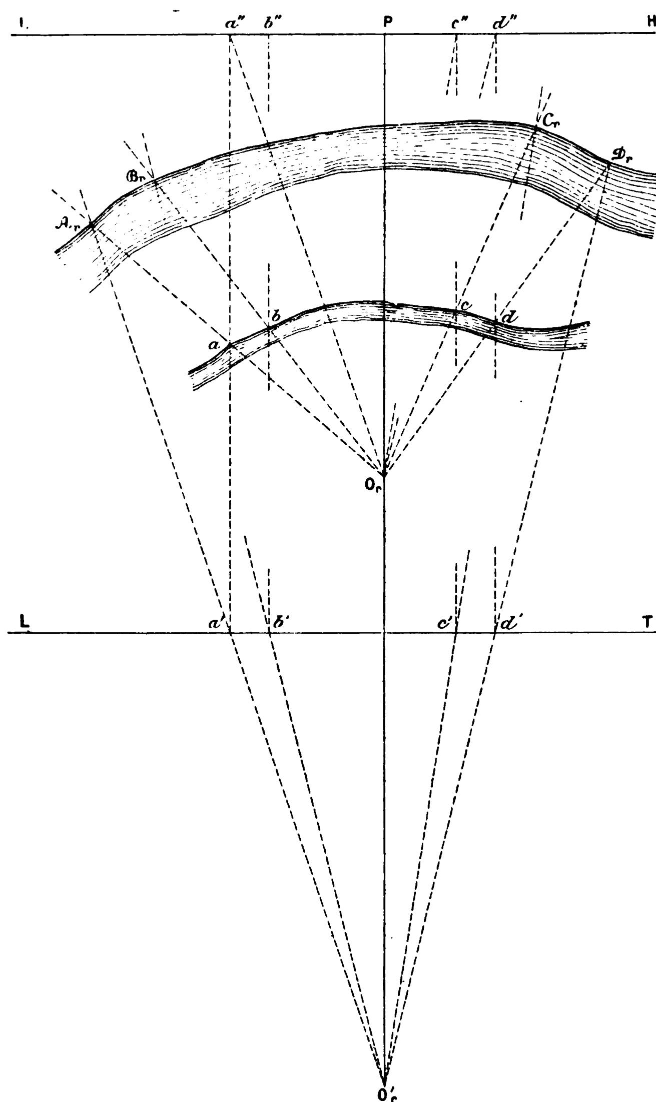
On est ainsi conduit à la construction suivante faite sur le plan même du tableau vertical.

La perspective *abcd* (*fig.* 5) étant donnée ainsi que la ligne d'horizon et la distance OP du point de vue au tableau ; à une distance h, que nous pouvons prendre ici arbitrairement, menons la ligne de terre LT parallèle à la ligne d'horizon; par les points a, b, c, d, abaissons des perpendiculaires aa', etc., sur la ligne de terre ; en joignant O_r au point a et O'_r au point a', l'intersection des deux lignes $O_r a$ et $O'_r a'$ prolongées donnera le point $\mathcal{A}_r$ de la perspective horizontale ou du plan de la ligne sinueuse dont *abcd* est la perspective verticale, si tous les points de cette ligne sont situés dans un même plan horizontal.

La figure $\mathcal{A}_r\mathcal{B}_r\mathcal{C}_r\mathcal{D}_r$ est, en effet, semblable à ABCD et l'échelle du dessin sera le rapport $\frac{\mathcal{A}_r\mathcal{B}_r}{AB}$ de deux lignes homologues ou celui $\frac{h}{H}$ de la distance h du tableau horizontal au point de vue à la hauteur H de ce point de vue au-dessus du niveau de ABCD; il suffira, par conséquent, de mesurer sur le terrain la distance qui sépare deux des points A, B, C, ... ou de déterminer H.

Cette construction est la plus simple que l'on puisse imaginer; mais si l'on voulait opérer sur une feuille de dessin de longueur réduite, on pourrait ne pas employer le point O'_r et arrêter l'épure à la ligne de terre. Il suffirait alors de tracer la perpendiculaire du point a entre les deux lignes LT et LH, de joindre O_r à a et à a'', puis de mener par a' une parallèle à

Fig. 5.



$O_r a''$ jusqu'à la rencontre de $O_r a$, prolongée s'il est nécessaire.

Cette modification, facile à justifier en se reportant à la figure, a toutefois l'inconvénient d'exiger un peu plus de temps.

Pour que les constructions que l'on vient de décrire réussissent, il convient évidemment que le point de vue soit assez élevé au-dessus de la surface de l'eau et que les lignes dont on cherche la projection horizontale ne soient pas trop éloignées de la verticale du point de vue; enfin, pour les points situés dans le plan principal ou tout près de ce plan, les intersections des droites qui servent à les déterminer se feraient sous des angles trop aigus; on devra alors avoir recours au rabattement, sur le plan du tableau, des plans verticaux de chaque rayon visuel.

Dans les pays de plaines où l'on rencontre quelquefois des édifices d'une grande hauteur, un seul panorama pris du sommet de l'un de ces édifices et qui contiendrait les routes, les canaux, les cours d'eau et les autres accidents remarquables du terrain environnant, même des édifices dont on découvrirait le pied, suffirait pour fournir les éléments d'une reconnaissance partielle qui pourrait être encore passablement exacte (dans un rayon limité toutefois), si le sol était sensiblement de niveau (1).

La solution précédente, que j'ai appliquée, dès 1851, à des vues de côtes dessinées des falaises de la Manche, a acquis un bien plus grand intérêt depuis que l'on a pu faire de la Photographie instantanée en ballon captif ou en ballon libre et même, comme nous l'avons déjà remarqué, au moyen de cerfs-volants. J'ai donc pensé qu'il convenait de développer ce sujet.

Faisons remarquer, tout d'abord, que la Photographie aérienne peut fournir des épreuves ou des vues sur des plans verticaux, sur des plans inclinés à l'horizon et même sur des plans horizontaux. Dans ce dernier cas, dont un spécimen très réussi et très connu a été obtenu et publié par M. Gaston Tissandier, associé pour cette expérience à M. Ducom (2), l'épreuve donne le plan lui-même.

(1) Voy. *Mémorial de l'officier du génie*, n° 16, année 1854, p. 233 à 236.

(2) *La Photographie en ballon*, par G. TISSANDIER (Paris, Gauthier-

Nous venons de voir comment on peut transformer les vues verticales et nous allons indiquer les modifications à apporter à la construction pour transformer les vues obtenues sur des tableaux inclinés à l'horizon.

Il nous a paru nécessaire auparavant de préciser un peu plus, en fixant les idées sur les données que l'on doit s'attendre à employer dans la pratique.

En premier lieu, la distance du point de vue au tableau, qui est de $0^m,30$, quand on fait usage de la chambre claire sur le terrain ou au sommet d'un édifice, ne descendra que rarement au-dessous de $0^m,15$ [1], quand on emploiera une chambre obscure, et ne dépassera jamais $0^m,60$. Pour les hauteurs, à part la tour Eiffel, on rencontre peu de monuments permettant d'opérer à plus de 60 mètres au-dessus du sol, mais les escarpements et les falaises peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres; un appareil photographique a été élevé, à l'aide d'un cerf-volant, à 90 mètres au-dessus de la plaine [2]; enfin, des épreuves ont été obtenues en ballon depuis 200^m jusqu'à $1\,000^m$.

Supposons une station à 500^m de hauteur, et une distance du point de vue au tableau de $0^m,15$. On obtiendrait, par exemple, dans ces conditions, de la nacelle du ballon captif, une vue qui serait prise d'abord sur un tableau vertical. Examinons les effets de la transformation de la perspective.

Pour mettre en évidence la facilité des constructions et en même temps les effets de la transformation des perspectives, nous renverserons le problème et nous admettrons que le terrain au-dessus duquel on opère est une plaine horizontale indéfinie. Du pied de la verticale de la station, O_r (*Pl. IV, fig.* 6) comme centre, décrivons, à l'échelle de $\frac{1}{20000}$, des arcs de cercle concentriques avec des rayons de 500^m, 1000^m, 1500^m,

---

Villars; 1886), ouvrage dans lequel l'auteur n'a pas manqué de faire connaître les travaux analogues exécutés, avant l'ascension du 19 juin 1885, par d'autres aéronautes photographes.

(1) M. le Capitaine Colson a réduit jusqu'à $0^m,085$ cette distance dans sa chambre obscure sans objectif; mais généralement il amplifie ses images.

(2) *La Photographie aérienne par cerf-volant*, par M. ARTHUR BATUT. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1890.

2000^{m}, 2500^{m} et 3000^{m}, les perspectives de ces arcs de cercle sur un plan vertical devront être évidemment des arcs d'hyperbole dont les sommets seront sur la trace du plan principal.

En déterminant ces courbes par points par la construction inverse de la précédente, on reconnaîtra que l'on peut, dans les conditions supposées, compter sur un degré d'exactitude assez grand jusqu'à 6° ou 7° de part et d'autre du plan principal, et la figure montre aussi que les points de la perspective qui en sont plus rapprochés s'obtiennent aisément à l'aide du rabattement des plans verticaux qui les contiennent; on pourrait continuer les constructions pour des points situés au delà de la distance de 3 kilomètres à laquelle nous nous sommes arrêtés, mais les six courbes que nous avons tracées montrent que l'éloignement se traduit, dans les conditions supposées, par une contraction qui devient déjà sensible pour les points situés entre deux et trois kilomètres.

La détermination des points de plus en plus éloignés devient donc nécessairement incertaine et, sans vouloir fixer de limites, on pressent que, selon les données du problème et l'échelle à laquelle on opérera, on sera conduit à en adopter une.

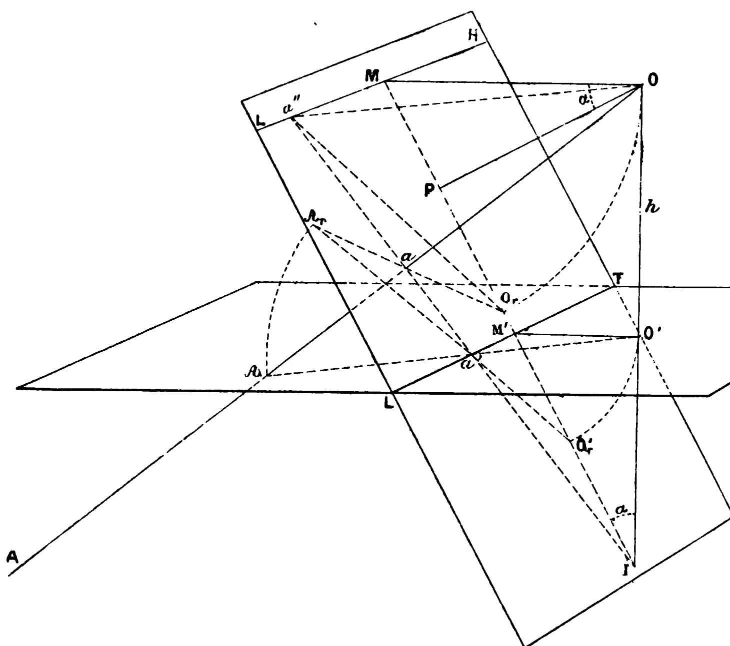
Cas d'une perspective unique sur un tableau incliné à l'horizon. — Nous avons déjà vu ce que deviennent les verticales sur les perspectives obliques, et comment on doit opérer, pour obtenir les angles réduits à l'horizon des rayons visuels dont les points de ces perspectives sont les traces. La transformation de ces perspectives supposées représenter un pays de plaines ou seulement les bords de la mer, un lac ou des cours d'eau à faible pente, s'en déduit facilement, en suivant une marche analogue à celle qui nous a guidés dans la transformation des perspectives verticales en projections horizontales.

Soient LH (*fig.* 7) la ligne d'horizon, O le point de vue et M le pied de la perpendiculaire abaissée du point de vue sur la ligne d'horizon. Parallèlement au plan d'horizon et par la ligne de terre LT, faisons passer le plan du nouveau tableau;

projetons le point de vue en O′ et prolongeons la verticale OO′ jusqu'à sa rencontre en I avec le plan du tableau oblique.

La trace MI du plan vertical MOI rencontre la ligne de terre en M′; joignons O′M′ et considérons un rayon visuel OA passant

(Fig. 7.)



par le point a de la perspective et qui rencontrera le nouveau tableau horizontal en $\mathcal{A}$; c'est ce dernier point qu'il s'agit de déterminer. La solution de cette question ne diffère de celle de la précédente qu'en ce que les plans verticaux des rayons visuels, au lieu de couper le tableau suivant des droites parallèles perpendiculaires à la ligne de terre, le coupent suivant des droites concourantes et passent par le point I, que l'on détermine comme nous l'avons l'expliqué antérieurement. Si l'on joint O′$\mathcal{A}$ qui coupe la ligne de terre en a' et que l'on mène par le point de vue la ligne Oa'' parallèle à O′a', les trois points a'', a et a' seront sur la ligne droite qui passe par le

point I. Après le rabattement du plan d'horizon autour de LH et du tableau horizontal autour de LT, le point de vue étant en O_r et sa projection O′ en O'_r, les droites $O_r a''$ et $O'_r a' \mathcal{A}_r$ seront parallèles et de plus les trois points O_r, a et $\mathcal{A}_r$ seront en ligne droite.

En effet, les deux triangles dans l'espace Oaa'' et $\mathcal{A}aa'$ étant semblables, on a la proportion $\frac{\mathcal{A}a'}{Oa''} = \frac{aa'}{aa''}$. Après le rabattement, les lignes $\mathcal{A}_r a'$ et $O_r a''$ n'ayant pas changé de grandeur, on aura toujours $\frac{\mathcal{A}_r a'}{O_r a''} = \frac{aa'}{aa''}$, d'où l'on conclut que les deux triangles tracés sur le tableau oblique $O_r aa''$ et $a'a\mathcal{A}_r$ sont semblables et que les trois points O_r, a et $\mathcal{A}_r$ sont en ligne droite.

La transformation des perspectives obtenues sur des plans obliques à l'horizon se déduit immédiatement de cette remarque, quand on connaît la hauteur du point de vue au-dessus du terrain supposé horizontal, la distance du point de vue au tableau et l'inclinaison du plan du tableau sur l'horizon.

En partant, en effet, de ces données, comme il est aisé de le voir ou plutôt comme on l'a déjà vu, on a

$$MI = \frac{2\,OP}{\sin 2\alpha}, \quad OM = \frac{OP}{\sin\alpha} \quad \text{et} \quad O'M' = \frac{OP}{\sin\alpha} = h \tang\alpha,$$

pour calculer les longueurs MI, OM et O′M′ dont on a besoin pour effectuer la transformation de la perspective; une simple construction graphique suffit, d'ailleurs, pour obtenir ces quantités avec toute l'exactitude nécessaire, puisqu'il s'agit, en définitive, d'en arriver à des constructions du même genre.

Par un point O (*Pl. IV, fig.* 8) menons deux droites, l'une horizontale et l'autre verticale, puis une autre droite OP au-dessous de l'horizontale et faisant avec elle l'angle α de l'inclinaison du tableau. Sur cette dernière prenons une longueur OP égale à la distance du point de vue au tableau et par le point P menons une perpendiculaire à OP qui rencontrera l'horizontale en M et la verticale en I; nous aurons ainsi les deux distances OM et OI. A partir du point O, prenons OO′ égal à

la hauteur du point de vue au-dessus du terrain, réduite à l'échelle que l'on doit adopter pour le plan, et par le point O' menons l'horizontale O'M' jusqu'à la rencontre de MI ou du tableau; O'M' sera la troisième quantité dont nous allons nous servir actuellement.

Pour fixer les idées, nous avons adopté pour les deux figures 8 et 9 (*Pl. IV*) les données relatives à la photographie obtenue à l'aide d'un cerf-volant par M.A.Batut, savoir: $\alpha = 33^{\circ}$, $OP = 0^{m},166$ (réduit à 0,083 pour ramener les figures au format convenable), $H = 90^{m}$, d'où $h = 0^{m},0225$, si nous adoptons l'échelle de $\frac{1}{2000}$ pour le plan, la figure étant elle-même réduite de moitié.

Pour obtenir la ligne d'horizon, on n'aura, en général, comme nous le verrons au Chapitre des instruments, qu'à s'arranger de manière à retrouver facilement le point principal P de la perspective si l'on a, en même temps, un moyen exact de mesurer l'inclinaison du plan du tableau.

Dans le cas dont il s'agit, nous avons dû renoncer à déterminer exactement cette ligne d'horizon, qui devait sans doute se trouver au voisinage de la limite supérieure de la photographie, mais dont l'auteur ne s'était évidemment pas préoccupé. Il n'y a pas lieu d'ailleurs de nous arrêter, en ce moment, à un détail qui doit être seulement recommandé à l'attention des opérateurs.

LH (*fig.* 9) étant la ligne d'horizon et LT la ligne de terre tracée parallèlement à LH à la distance $MM' = h$, sur la ligne médiane de la photographie, les distances calculées ou obtenues graphiquement MI, OM et O'M' sont rapportées sur cette médiane et déterminent les points I, O_r et O'_r.

La ligne de terre LT étant une charnière, les points tels que b situés sur cette ligne appartiennent à la fois à la perspective et au plan.

Considérons maintenant un point a de la perspective situé au-dessous de la ligne de terre, pour obtenir le point correspondant du plan, il suffira, d'après ce qu'on a vu plus haut, de mener d'abord Ia prolongée jusqu'à la ligne de terre en a', puis de mener $O_r a$ et enfin de joindre a' à O'_r, l'intersection de $O_r a$ et de $O'_r a'$ sera le point A cherche.

Si nous considérions un point *c* situé au-dessus de la ligne de terre, la même construction servirait à obtenir le point C du plan. On remarquera seulement que dans le premier cas l'intersection A se fait en deçà du point *a* de la perspective et que dans le second, elle se fait au delà du point *c*.

Une autre remarque importante et de laquelle il résulte qu'on aurait de la peine à tracer complètement, d'après une perspective unique, même les bords d'un cours d'eau sur toute leur étendue, c'est que les angles sous lesquels se rencontrent les lignes de construction sont presque toujours très aigus.

Emploi de deux ou plusieurs photographies prises dans des conditions analogues (*tableaux obliques*). — Si l'on parvient à prendre plusieurs photographies d'un même site, soit en ballon, soit à l'aide du cerf-volant, il est aisé de voir actuellement le parti que l'on pourra tirer de ces éléments.

En effet, toujours si l'on a des cours d'eau ou même des routes sensiblement horizontales, on parviendra, le plus souvent, à déterminer avec une précision suffisante, un certain nombre de points isolés choisis parmi les plus remarquables, les extrémités d'une digue, les arches d'un pont, au niveau de l'eau, les coudes de la rivière ou de la route, etc.

Ces points, retrouvés sur deux photographies au moins, deviendront alors autant de repères, à l'aide desquels il sera aisé d'orienter les photographies pour les faire concourir simultanément à la construction du plan (et même au nivellement) suivant la méthode générale exposée antérieurement. En effet, sur chacune des feuilles qui ont servi à déterminer les repères, la projection du point de vue, c'est-à-dire de la station aérienne, se trouve rapportée elle-même en O_r et si sur l'une d'elles on relève, avec un papier à calquer, deux ou trois repères ou même davantage et la station, en plaçant ce calque sur l'autre feuille, on déterminera immédiatement la position relative des deux stations.

Nous ne croyons pas avoir besoin d'insister sur ce fait cependant très important et peut-être assez inattendu, à savoir que les stations aériennes deviennent ainsi tout à fait indé-

pendantes les unes des autres et qu'il n'est pas nécessaire de se préoccuper d'un moyen de les relier entre elles, comme on relie habituellement les stations terrestres, par des mesures de distances et d'angles, par des triangulations ou des cheminements, opérations à peu près irréalisables, pour le dire en passant, dans la plupart des circonstances supposées.

L'économie de cette méthode si simple dépend toutefois de la précision des données que les progrès des instruments enregistreurs rendront d'ailleurs de plus en plus exactes.

Nous ne saurions, en terminant, trop recommander aux opérateurs de prendre toutes les précautions nécessaires pour se les procurer et nous reviendrons, dans le Chapitre consacré aux instruments, sur les moyens les plus propres à éviter les erreurs.

(*A suivre.*)



COURS

DE

CONSTRUCTION CIVILE.

M. Émile TRÉLAT, Professeur.

LEÇON D'OUVERTURE (10 NOVEMBRE 1888).

Messieurs,

Je veux aujourd'hui vous montrer ce qu'est, dans son ensemble, la science des constructions. J'ordonnerai devant vous les connaissances qui la composent et je marquerai la place qu'y occupe la stabilité des constructions, qui fera le sujet de nos leçons cette année.

La science des constructions est une collection scientifique beaucoup trop complexe pour se laisser comprendre dans une simple définition. Elle veut être exposée avec quelque développement.

I.

Je vous prie de regarder cette image (*Pl. V*), c'est celle d'un monument parisien qui fait grand honneur à la France et gloire à l'architecte français Blondel, qui l'a conçu et exécuté il y a deux siècles. Vous reconnaissez la porte Saint-Denis. L'œuvre est belle. Vous pouvez sans hésitation l'affirmer, car, à l'appui du sentiment favorable que vous éprouvez devant elle, vous avez l'applaudissement de plusieurs générations qui en ont délecté leurs yeux.

Que voyons-nous devant nous ? Analysons. Nous constatons

d'abord une emprise dans l'espace, une masse distincte qui se détache au milieu des limites dont je suis du doigt le développement. Ce contour constitue ce que les artistes nomment la silhouette de l'édifice. Mais, dans l'intérieur de cette silhouette, j'observe bientôt d'importantes interruptions. Je vois des vides dans la masse : ce sont les portes, la grande et les deux petites, à travers lesquelles ma vue libérée franchit l'édifice et va regagner l'espace. Et puis, en continuant mon exploration, je découvre bien d'autres choses. De multiples incidents se révèlent à moi : des *nuds,* sur lesquels l'œil prend un large et paisible repos. Vous les voyez s'étendre jusqu'aux *reliefs,* qui vous occupent par leurs assemblages de clairs, de noirs, de valeurs diverses, et qui se résolvent en des localités fort excitantes pour vos yeux. Tout cela se manifeste dans les piédestaux, couverts d'attributs et d'inscriptions, dans les pyramides triomphales, dans les tympans de l'arc, dans la frise qui le surmonte, dans les corniches et dans le couronnement.

Cet ensemble est la scène constituée par le monument, scène que nous voyons et qui nous émeut tant que le jour subsiste, scène qui nous échappe et qui se perd quand la nuit se fait. Le phénomène que je viens de vous décrire est donc *intermittent.* Il faut le jour pour qu'il éclose; la nuit l'abolit. Je pourrais ajouter qu'il est divers dans son intensité et dans son caractère; car il varie selon le jour, selon la luminosité du ciel, selon l'éclat du soleil, suivant la place que nous prenons autour de l'édifice pour le voir. Ce phénomène est un phénomène *plastique;* c'est la *forme* même de l'édifice qui se dévoile; c'en est l'architecture.

Ce que je vous dis là, Messieurs, je pourrais vous le dire de tous les édifices. Ils se présentent et se montrent tous avec une physionomie propre qui fixe leur caractère architectural. Ils prennent ainsi leur rang plastique dans les œuvres construites : elles y sont belles ou laides, ou sans valeur. Mais ils ne peuvent jamais échapper à prendre ce rang. Le grand art de l'Architecture est l'art de constituer de beaux édifices. Vous entendez que tout cela n'intéresse que les yeux et n'est justiciable que de la vue. Notez-le bien.

Passons à un autre ordre d'idées. Jusqu'à présent, j'ai regardé et précisé ce que je voyais. Maintenant je regarde, je réfléchis et je constate ceci. Il y a deux cents ans que ce monument est là. Il a gardé depuis ce temps la figure que son auteur lui a donnée. L'air sec ou humide l'a caressé; la pluie ou la grêle a fouetté ses faces; le soleil l'a brûlé; l'eau s'est gelée sur ses saillies et sur ses crêtes; le vent a pressé doucement ou pesé lourdement sur ses flancs; le jour et la nuit se sont succédé des milliers de fois : rien de tout cela n'a changé ni interrompu une seconde la géométrie de l'objet. On dit en conséquence que l'édifice a duré, qu'il dure et qu'il est durable; ou, plus explicitement, qu'il est permanent dans sa géométrie. Ce fait de la permanence et de la durée n'entre pas d'un coup dans les yeux comme le phénomène plastique. Il lui faut du temps pour pénétrer dans notre esprit; il n'y dépose que jour à jour, mois à mois, année à année sa lente et forte démonstration. Ainsi, *invisiblement*, l'édifice qui a duré et qui dure développe sans cesse les résistances qui réduisent à néant les actions destructives du dehors. C'est là un résultat mécanique qui, de lui-même, se démontre par la méthode connue sous le nom de démonstration par l'absurde : l'édifice ne se détruit pas, donc il dure.

Quand l'édifice dure, aucun incident ne se manifeste; la figure ne change pas. Quand l'édifice ne dure pas, on voit, au contraire, de nouvelles figures prises par l'ensemble à la suite de nouvelles positions relatives des parties. Il se fait des glissements, des renversements, des affaissements, des écrasements, des allongements, des fléchissements, des détachements, des dislocations, des pulvérisations; et tout cela est l'usure et la désorganisation de la figure première. Vous me comprenez bien et je n'ai pas besoin d'insister. Rappelez-vous pourtant, j'y songe, les accidents survenus il y a deux ans dans notre vieux Pont-Neuf, qui s'était si bien conduit pendant des siècles. Vous avez certainement eu la curiosité ou l'occasion, en longeant les quais, de voir là tous les désordres que je viens de nommer, et d'y comprendre ce qu'est un édifice qui cesse de durer et qui se ruine. Observer une ruine est la meilleure manière de concevoir le phénomène contraire de la *durée*.

Je viens de fixer dans vos esprits deux idées indépendantes et capitales que je vous prie de ne jamais oublier et que vous devrez toujours distinguer dans les édifices. Ce sont :

1° La *Forme* qui est un phénomène plastique, qui se prend uniquement par les yeux et qui s'apprécie par le sentiment.

2° La *Durée*, qui est un phénomène mécanique, qui se constate par la mémoire et qui se mesure par le raisonnement.

La science des constructions sert à la *Forme* et à la *Durée* dans les édifices, mais elle laisse à l'Architecture, qui est un art, le rôle d'ordonner les formes. Elle garde le soin de réaliser les formes et de les pourvoir de durée.

Mais cette science est vaste et compliquée. Il faut du temps pour en connaître l'ensemble. Il faut surtout l'ordre pour ne pas s'égarer. Occupons-nous d'établir cet ordre.

II.

Quand on observe les édifices sous le rapport de la construction, on reconnaît en eux des parties communes dont le constructeur dispose et qu'il introduit à volonté dans ses combinaisons. J'ai nommé ces éléments : *Organes constructifs*. En voici le tableau :

TABLEAU I.

ORGANES CONSTRUCTIFS.

Fondations.
Organes verticaux (piles, piliers, colonnes, murs, pans).
Organes horizontaux (planchers, voûtes).
Combles.
Couvertures.
Revêtements (verticaux, horizontaux).
Organes mobiles (portes, fenêtres, etc.).
Organes abducteurs des eaux.

Ces organes n'entrent pas nécessairement tous dans un même édifice. La porte Saint-Denis n'a pas d'organes mobiles parce qu'elle ne contient pas de vides qu'il faille clore ou ouvrir à volonté. Elle n'a pas de combles parce qu'elle se couvre elle-même en conséquence de sa massivité. Mais tous

es organes qui viennent d'être nommés doivent être maniés par le constructeur et entrent très souvent dans le même ouvrage. Dans cet amphithéâtre où je vous parle, par exemple, les organes constructifs les plus divers se trouvent réunis. Il y a des fondations, des murs, des voûtes sous nos pieds, un plancher avec un comble et une couverture sur nos têtes, des fenêtres et des émissaires pour les eaux qui tombent sur son toit.

En poussant plus loin l'analyse des édifices, on découvre encore que les organes eux-mêmes sont composés d'éléments multiples et quelquefois divers. Ces éléments prennent le nom de matériaux. Ce sont eux qui fournissent à l'édifice les propriétés constructives nécessaires à sa figure et à sa durée. Aussi faut-il dire que les matériaux sont des *détenteurs de propriétés constructives.*

Mais qu'appellerons-nous propriétés constructives? — Les propriétés constructives sont les propriétés qui permettent à la matière d'être efficacement employée dans les organes des édifices. Il est indispensable, pour que vous le compreniez, que je vous montre dans les trois tableaux qui suivent :

1° Les rôles des organes des édifices;

2° Les propriétés constructives des matières privilégiées que le constructeur introduira dans ces organes ;

3° La classification des matériaux.

TABLEAU II.

RÔLES DES ORGANES DES ÉDIFICES.

a. Durer dans l'espace.
b. Résister aux attaques mécaniques.
c. Fournir de la stabilité.
d. Fournir de la résistance aux changements de température des milieux.
e. Dégager les qualités plastiques de l'édifice.

Ai-je besoin de longues explications pour que vous reconnaissiez dans ce tableau le fonctionnement des diverses parties d'un édifice? N'est-il pas évident que tous les éléments d'un

édifice doivent être durables et, autant que possible, également durables? — Ne voyez-vous pas qu'un pilier ne doit pas s'écraser sous la charge qu'il porte; qu'une poutre ne doit pas ployer; qu'une marche ne doit pas s'user et perdre la rectitude de surface sur laquelle doit poser le pied; que la tige de ce lustre ne doit pas rompre sous le poids du luminaire? Ne vous semble-t-il pas clair qu'aucun glissement ou un bousculement n'est admissible dans aucune partie de l'édifice? Ne préférez-vous pas une habitation dont les murs conservent autour de vous une température constante et bien appropriée à une habitation dont les parois vous rendent esclave de tous les changements de température extérieure? — Enfin n'observez-vous pas l'influence qu'exercent sur la physionomie des édifices leur contexture matérielle et leur permanence géométrique?

Les organes des édifices ne peuvent remplir ces différents rôles que s'ils sont pourvus des propriétés que j'ai nommées *constructives*. En voici le tableau :

TABLEAU III.

PROPRIÉTÉS CONSTRUCTIVES.

1° Persistance de constitution sous l'influence	de l'air. de l'eau. du calorique. de la lumière. de l'électricité.
2° Permanence de figure sous l'influence...	de l'air. de l'eau.
3° Résistances mécaniques.....	à la compression. à la traction. à la flexion. au cisaillement. au frottement.
4° Capacité stabilitaire....................	naturelle. artificielle.
5° Capacité d'isolement.	

6° Capacité formelle ou plastique, ou condition de.............. .... { massivité. opticité. organicité. retouche.

7° Capacité économique.

Je commente ce tableau qui résume un ordre d'idées dans lequel le constructeur doit toujours se maintenir, et je dis :

1° *La persistance de constitution* est ce qui fait que la matière ne se désagrège pas sous l'action de l'air, de l'eau, du calorique, de la lumière, de l'électricité.

2° Sous le nom de *permanence de figure*, j'entends viser cette propriété qu'ont certains corps de ne pas changer sensiblement de figure sous l'influence de la température ou de l'état hygrométrique du milieu où ils sont plongés. Les matières qui changent notablement de figure quand elles s'échauffent ou quand elles se refroidissent, quand elles se sèchent ou quand elles s'humidifient, sont réfractaires à l'utilisation qu'en peut faire le constructeur.

3° Celui-ci, vous le comprenez, doit trouver à volonté dans les organes de ces ouvrages les capacités de résistances qui limiteront leurs défigurations lorsqu'ils seront comprimés sous la charge, agissant comme dans un pilier; lorsqu'ils seront tendus sous la charge, agissant comme dans une tige de suspension; lorsqu'ils seront bandés sous la charge, agissant comme dans une poutre; lorsqu'ils seront cisaillés sous la charge, agissant comme dans un corbeau; lorsqu'ils seront frottés comme dans un dallage.

4° La capacité stabilitaire est celle qui répond aux désordres que je vous signalais, il y a quelques instants, sous les noms de glissement, de bousculement. Cette capacité dépend du rapport de la densité aux résistances de la matière; c'est alors la capacité stabilitaire *naturelle* des matériaux. Elle dépend aussi de l'aptitude que présentent les matériaux à s'assembler morceau à morceau, de façon à constituer un tout solidaire; c'est ce que j'ai appelé *organicité* ou capacité stabilitaire *artificielle*.

5° Les capacités d'isolement sont les propriétés naturelles que le physicien enseigne au constructeur.

6° Les capacités formelles ou plastiques sont les résultantes de nombreux facteurs que nous devons étudier sous les noms de massivité, opticité, organicité, retouche.

7° Enfin, une dernière propriété constructive qui pèse sur tous les matériaux, c'est la capacité économique; c'est-à-dire la possibilité pour une matière de se laisser approprier aux conditions et aux figures d'un ouvrage, sans dépenses excessives de travail ou d'argent.

Il n'existe aucune matière qui possède toutes les propriétés constructives. Parmi les différents corps que la nature et l'industrie nous offrent, il y en a qui n'ont aucune de ces propriétés. Le constructeur les néglige ou ne les reconnaît pas. Il y en a d'autres qui possèdent principalement une ou deux propriétés constructives et qui ne sont que médiocrement ou pas du tout pourvus des autres. *Tout corps plus ou moins pourvu de propriétés constructives est un* MATÉRIAU.

Les matériaux se classent, selon leurs propriétés dominantes, sous les titres suivants :

TABLEAU IV.

CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX.

1° Matériaux		morphogènes.
2°	»	reliants.
3°	»	isolants.
4°	»	à résistances symétriques.
5°	»	à constitution persistante.
6°	»	amorphogènes ou transparents.

En rangeant les matériaux de construction sous ces six titres, je vous montre toutes les ressources matérielles dont le constructeur dispose, et je le fais de façon à vous guider avec certitude dans toutes les applications que vous devrez servir. Mais je vous dois quelques explications pour fixer le sens des mots que vous venez d'écrire.

D'abord les matériaux *morphogènes*. Ne vous effrayez pas de ce mot, je l'ai composé exprès pour vous. Il est un peu

étrange; mais il restera d'autant plus sûrement dans vos mémoires. Il vient de deux mots grecs qui signifient : forme et génération. Littéralement cela veut dire : « qui engendre la forme ». En réalité, les matériaux morphogènes sont les matériaux massifs, ceux qui introduisent dans les édifices de grandes surfaces visibles et qui, par là, sont favorables aux développements de la forme. Le type de ces matériaux est la pierre.

Les matériaux *reliants* sont les complémentaires des premiers. Ils les accompagnent presque toujours pour en assurer l'*organicité*. Leur type est le mortier.

Les matériaux *isolants* sont ceux dont la propriété dominante est de subir paresseusement l'influence des variations de température des milieux. Le matériau type est ici le bois.

Les matériaux à *résistances symétriques* sont ceux qui sont par nature bien préparés pour fournir des résistances mécaniques simples et composées comme la résistance à la flexion. Le fer tient ici la tête.

Les matériaux à *constitution persistante* sont ceux qui se conservent naturellement sous l'action des forces destructives de l'atmosphère. Le bronze est un exemple typique de cet ordre de matériaux.

Enfin les matériaux *amorphogènes* sont ceux qui sont réfractaires au dégagement de la forme. Ils ont la singulière propriété de se laisser traverser par la lumière sans qu'il en résulte de scènes plastiques. Ces matériaux sont les verres qu'on dit transparents et qui, par cette lacune même, fournissent des ressources tout à fait spéciales au constructeur.

III.

Vous avez maintenant, Messieurs, une idée générale, complète et ordonnée des connaissances qui composent la science du constructeur. Vous pouvez en apprécier l'étendue. Elle est considérable, et l'on ne saurait songer à l'exposer tout entière dans les quarante leçons annuelles qui appartiennent aux cours du Conservatoire. Il faut la diviser. Je veux vous dire ce que sera la matière de mon enseignement cette année.

Il comprendra l'étude des rôles et des *fonctions mécaniques des organes des édifices*. On exposera devant vous le drame des luttes invisibles qui s'engagent et se développent entre les forces destructives qui menacent un organisme en construction et les résistances qu'il comporte et qui assurent sa durée. On distinguera, on définira et l'on mesurera les forces d'attaque. On mesurera, on disposera et l'on distribuera les forces de résistance qui leur font équilibre. On en conclura la nature et la quantité de matière qu'il faut introduire dans un édifice pour en assurer la durée économique? Vous comprenez, après ce que je vous ai dit, que cette tâche ne se confond pas avec celle qui poursuit les belles formes de l'Architecture, avec l'imposante mise en scène des édifices et que, fût-elle accomplie avec perfection, elle n'enfantera jamais des œuvres comme celle de Blondel que nous admirions ensemble au début de cette séance, ou comme les grands monuments que les siècles nous ont légués et qui charment nos yeux. Ceux-là exigent, pour remplir leur rôle victorieux, une quantité de matière bien autrement grande et plus amplement aménagée que celle qui procure exclusivement la durée. Mais, à côté des belles œuvres qu'il faut admirer et aimer à cause de la beauté de leurs formes, il y a des œuvres éminemment respectables et qui excitent notre intérêt par la somme d'utilité qu'elles fournissent autant que par la sagesse et la précision économique avec lesquelles elles sont réalisées. Celles-là commandent au constructeur les connaissances qui seront développées devant vous cette année. Je ne saurais mieux fixer votre sympathie sur elles qu'en vous parlant de tout ce qui se fait en ce moment au Champ-de-Mars pour loger notre Exposition du centenaire de 89. Vous verrez là une admirable application de la science mécanique du constructeur. Sous les immenses abris qui se préparent, sous le vaisseau de 115^{m} de portée où seront installées les machines exposées, devant la tour de 300^{m} de hauteur que construit M. l'ingénieur Eiffel, vous verrez ce que peuvent fournir de hardiesse dans la construction et d'économie dans la dépense, la connaissance intime et l'appréciation exacte de tous les concours mécaniques de la matière dans un édifice.

J'aurai le regret de ne pas développer moi-même devant vous le programme de l'année. J'en serai empêché. Mais mon ami M. Pillet, professeur à l'École des Ponts et Chaussées et mon collègue à l'École spéciale d'Architecture, me remplacera cette année. Il apportera ici sa longue expérience et sa grande habileté d'exposition. Vous voudrez bien, je l'espère, Messieurs, lui ménager cette bienveillance et cette sympathie au milieu desquelles vous m'avez habitué à vous parler.

EXPÉRIENCES DE CONSOMMATION

EXÉCUTÉES

SUR UN MOTEUR A GAZ DE 16 CHEVAUX

DE MM. ROUART FRÈRES,

Par M. J. HIRSCH.

Description de la machine. Dispositions générales. — Le moteur qui fait l'objet du présent rapport est du système Lenoir; il comporte deux cylindres actionnant un même vilebrequin. Comme dans un grand nombre de moteurs à explosion, le cycle est celui de Beau de Rochas, et se compose de quatre temps, chaque temps correspondant à une course du piston, savoir :

1er temps : aspiration du mélange de gaz et d'air;

2e temps : compression du mélange;

3e temps : allumage, explosion et détente : c'est la course motrice;

4e temps : échappement des produits brûlés.

Les deux cylindres effectuent successivement le même cycle; il y a donc, pour deux révolutions du volant, deux courses motrices.

La compression donne une pression d'environ $2^{kg},500$; la pression maxima au moment de l'allumage est d'environ 12^{kg}; l'allumage est obtenu par une étincelle d'induction.

Les données numériques principales sont les suivantes :

Course des pistons.	400^{mm}
Diamètre des cylindres	230
Nombre de tours par minute.	160
Puissance effective en allure de travail, environ	16 chevaux.

L'admission et l'échappement sont opérés par des soupapes en acier de 82^{mm} de diamètre. L'avance à l'échappement est de $\frac{1}{7}$ de la course du piston.

Chambre de compression. — Plusieurs particularités sont à signaler :

En premier lieu, le cylindre est prolongé par une chambre, dans laquelle se produit la compression, puis l'inflammation. Cette capacité n'est pas refroidie, comme l'est le cylindre, par une circulation d'eau ; la paroi est simplement munie d'ailettes saillantes, de telle sorte que le contact avec l'air extérieur empêche une élévation exagérée de température. Au bout de quelques coups de piston, la température de la paroi interne s'élève beaucoup ; il en résulte une double conséquence : d'abord, pendant la marche normale, le mélange détonant refoulé dans cette chambre s'échauffe fortement ; l'inflammation se fait donc avec plus de sûreté et une moindre consommation ; en second lieu, lorsque, par suite de l'accroissement de vitesse, l'arrivée du gaz se trouve momentanément supprimée, la machine produit encore un certain travail, par le fait de l'échauffement de l'air comprimé, ce qui assure une meilleure régularité à l'allure en faible puissance. La pièce en fonte formant chambre de compression est réunie au corps du cylindre par un joint à l'amiante, qui atténue la communication de chaleur par conductibilité.

Allumage. — Avant leur admission dans le cylindre, l'air et le gaz traversent un mélangeur. L'allumage est obtenu par une étincelle d'induction, fournie par une petite bobine de Ruhmkorff, laquelle est actionnée par une pile Delaurier ; le courant de la pile reste ouvert pendant la presque totalité des deux révolutions ; il ne se ferme qu'un instant avant l'envoi du courant induit dans l'inflammateur. De cette façon la pile ne fonctionne que pendant un temps très court, et peut, sans être remontée, faire un service de plusieurs semaines. Le contact produisant l'étincelle inflammatrice est donné par une came agissant sur une lame de ressort ; les deux pièces sont nickelées. L'instant du contact est réglé à la main à l'aide d'un

dispositif très simple : l'expérience montre qu'en marche normale il est avantageux d'avoir une légère avance à l'inflammation (environ $\frac{1}{40}$ de la course du piston); cette avance est déterminée par tâtonnements. Pour la mise en train, l'avance doit être supprimée.

Mise en train. — Pour la mise en train, on met le cylindre en communication avec l'atmosphère par un petit robinet branché un peu en avant du joint d'assemblage de la chambre de compression, de manière à réduire beaucoup l'effort à faire sur les bras du volant; en quelques tours, la machine est lancée et l'on peut fermer le robinet et atteler les résistances. Il est nécessaire, pendant la mise en train, de supprimer l'avance à l'allumage : on rétablit cette avance par le simple déplacement de la touche de contact, en même temps qu'on ferme le robinet de mise en train. Il faut une dizaine de minutes pour que la chambre de combustion ait atteint sa température normale.

Régulation. — La régulation est obtenue par un petit pendule conique, qui déclenche la commande de la soupape d'admission du gaz, aussitôt que la vitesse de régime est dépassée. L'allure de la machine s'est montrée extrêmement régulière dans nos expériences; il est vrai que la charge était, à fort peu près, constante.

Expériences. — Cette machine a été soumise à des expériences de consommation le 24 mai 1890. Ces expériences ont comporté, la machine étant en allure normale, les mesures ci-après :

1° Mesure de la consommation du gaz pris sur une conduite de la ville;

2° Mesure de la puissance développée sur une poulie calée sur l'arbre de couche.

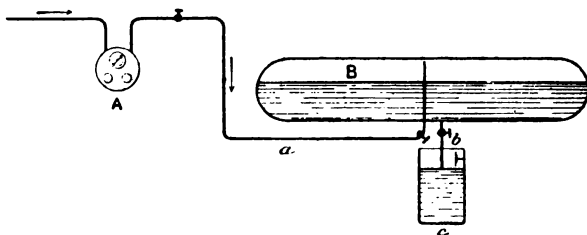
La mesure de la consommation du gaz a été obtenue au moyen d'un compteur de grande dimension; le cadran de ce compteur donnait le débit en litres par heure à l'aide d'une observation de cinq minutes.

Le travail fourni a été mesuré à l'aide d'un frein de Prony.

Tarage du compteur. — On a dû commencer par vérifier le tarage du compteur. A cet effet, le compteur A (*fig.* 1) était mis en communication par le tuyau *a* avec la partie supérieure d'un corps de chaudière B, rempli d'eau. Un robinet *b*, prolongé par un tuyau, permet de laisser écouler l'eau dans une bâche *c* placée sur une bascule bien tarée.

La chaudière, d'une capacité de 2^{mc} environ, était bien étanche; on laissait écouler, à chaque opération, 400^{kg} d'eau

Fig. 1.



environ, et on lisait le chiffre indique par le compteur après avoir interrompu toute communication.

Les résultats lus sur le cadran du compteur indiquent le débit d'une heure pour une observation de cinq minutes; le débit en litres pendant un jaugeage s'obtient donc en divisant par 12 le résultat brut de la lecture.

Trois tarages furent effectués, deux avant, un après l'expérience de rendement; ils ont donné les chiffres ci-après :

	Litres de gaz.
1° Pour 400^{kg} d'eau, le compteur indiquait $\frac{4915}{12}$	$= 409,6$
2° » 400 ,5 » » » $\frac{5000}{12}$	$= 416,67$
3° » 400 ,7 » » » $\frac{5070}{12}$	$= 422,5$

L'erreur en pour 100 était donc :

1° $\frac{9,6}{4} = 2,4$

2° $\frac{16,67}{4,005} = 4,1$

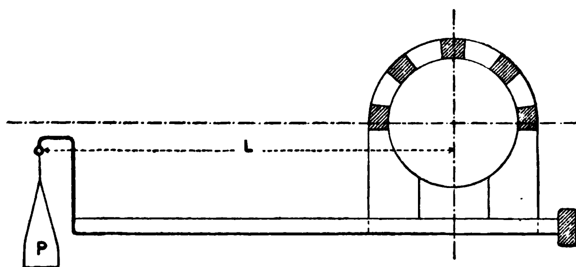
3° $\frac{22,5}{4,007} = 5,6$

Moyenne...... $= \frac{12,1}{3} = 4$ pour 100 environ.

On peut objecter à ce mode de tarage que l'écoulement du gaz, pendant cette opération, était beaucoup plus lent que pendant la marche de la machine. Toutefois il est bon de remarquer que, dans les deux cas, le gaz traversait le compteur à la pression de la conduite, supérieure à la pression atmosphérique, ce qui atténue beaucoup la portée de l'objection. D'ailleurs, le gonflement de la poche de caoutchouc, intercalée sur la conduite en aval du compteur, montrait bien que, même en allure de travail, ce compteur était traversé par du gaz sous pression.

Mesure du travail. — Le moteur a été mis en marche quel-

Fig. 2.



ques minutes avant l'expérience; le frein employé est le frein de Prony à bande (*fig.* 2); il a été équilibré à l'avance très exactement; l'équilibre a été vérifié avant et après l'expérience.

La vitesse a été mesurée plusieurs fois, par comptage direct, pendant une minute observée sur une bonne montre à secondes. Comme on le verra ci-après, l'allure s'est maintenue très régulière; l'expérience a duré plus d'une heure. Voici les chiffres relevés :

Longueur L de l'axe au point de suspension = $1^{m},204$;

Poids P suspendu à l'extrémité = $59^{kg},950$;

Nombre de tours par minute = 160, 160, 161, 160, 162, 159, 160;

Nombre de tours moyen par minute = 160;

$$\text{Puissance effective} = \frac{2\pi L n \times P}{60 \times 75}$$

$$= \frac{2 \times 3,1416 \times 1,204 \times 160 \times 59,950}{60 \times 75}$$

= 16 chevaux,13.

Mesure de la consommation. — Pour la mesure de la consommation, on s'est servi du cadran indiquant la consommation d'une heure par observation de cinq minutes; seulement on prolongeait l'observation pendant dix minutes, et on divisait par 2 les résultats ainsi obtenus.

1re observation, consommation par heure :	$10\,159^{lit}$
2e » » »	10028
3e » » »	10120

Moyenne.................. $\frac{30\,307^{lit}}{3} = 10\,102^{lit}$.

Correction de tarage........... $\frac{4}{100} \times 10\,102 = 404$

Reste.............. $9\,698^{lit}$.

Consommation par heure et par cheval effectif :

$$\frac{9698}{16,13} = 601^{lit},2.$$

Résumé. — En résumé, la machine en question n'a con-

sommé, dans cette expérience, que $601^{lit},2$ de gaz par heure et par cheval effectif. Ce résultat peut être considéré comme fort remarquable.

Des chiffres ci-dessus, on peut déduire le *rendement thermique* de la machine expérimentée.

On sait que le rendement thermique d'une machine est le rapport du travail réel qu'elle développe au travail total correspondant à la chaleur que peut dégager le combustible consommé. Or, au cas actuel, on peut admettre les chiffres suivants :

Équivalent mécanique d'une calorie $= 425^{kgm}$.
Puissance calorifique d'un mètre cube de gaz $= 5300^{cal}$.

L'équivalent en travail de la chaleur représentée par un mètre cube de gaz est donc de

$$5300 \times 425,$$

et le rendement thermique de la machine considérée, laquelle consomme $0,6012^{mc}$ par heure et par cheval effectif, serait de

$$\frac{75 \times 60 \times 60}{0,6012 \times 5300 \times 425} = 0,20;$$

c'est au moins le double du rendement thermique des machines à vapeur les plus parfaites.

Les expériences ci-dessus décrites ont été exécutées avec le concours fort habile de M. Gauthier, préparateur du Cours de Mécanique appliquée au Conservatoire des Arts et Métiers.

Paris, le 20 juin 1890.



SUR LES

MACHINES A TRIPLE EXPANSION[1].

COMPTE RENDU DES EXPÉRIENCES

DE

M. LE PROF. OSBORNE REYNOLDS, L.L.D., F.R.S., M.I.C.E.,

Par M. Gustave RICHARD,

Ingénieur civil des Mines.

M. Reynolds a présenté à la Société des « Civil Engineers » de Londres, le 10 décembre dernier, un très intéressant Mémoire sur des expériences exécutées par lui au Laboratoire industriel Whitworth, de Owen's College, à Manchester.

Ces expériences ne sont pas complètes : elles ne sont guère que la mise en train, pour ainsi dire, d'une série d'essais que M. Reynolds se propose d'exécuter, seul ou avec le concours d'autres ingénieurs, sur des machines expérimentales installées à Owen's College avec une libéralité malheureusement sans exemple chez nous. Néanmoins, bien qu'encore incomplètes et n'ayant guère abordé en détail que quelques-uns des points d'un vaste programme, les expériences de M. Reynolds sont assez intéressantes pour que nous n'ayons pas hésité à en présenter ici le compte rendu détaillé.

Les machines expérimentales, qui devaient être avant tout très accessibles en toutes leurs parties, afin de se prêter facilement à des expériences nombreuses et variées, devaient satis-

(1) *On the triple Expansion Engines and Engine Trials at the Whitworth Engineering Laboratory, Owen's College, Manchester*, by Professor Osborne Reynolds, L.L.D., F.R.S. (*Inst. of Civil Engineers Proc.*, paper 2407, 10 déc. 1889).

faire au programme général suivant, posé par MM. Ramsbottom, Robinson et Reynolds :

On construira trois machines verticales du type pilon à un cylindre, à volonté indépendantes ou accouplées soit en compound, soit en triple expansion, pourvues chacune d'un frein indépendant et d'enveloppes indépendantes pour les parois et les fonds des cylindres. Chaque machine pourra fonctionner avec des pressions allant jusqu'à 14 atmosphères, des vitesses de piston allant jusqu'à 5^m par seconde et avec des admissions variant de zéro aux deux tiers de la course. L'une des machines sera pourvue d'une pompe à air et d'un condenseur à surfaces; les échappements des autres machines pourront à volonté se rendre directement dans l'atmosphère ou dans des réservoirs intermédiaires à enveloppe de vapeur, qui pourront aussi être mis directement en communication avec la chaudière. La chaudière, du type locomotive à économiseur, devra pouvoir fonctionner à volonté au tirage naturel ou au vent forcé. Les principales dimensions des machines seront les suivantes :

Machines.	Diamètre du cylindre.	Course.	Diamètre de l'arbre.
N° 1. Haute pression..........	127^{mm}	254^{mm}	70^{mm}
N° 2. Intermédiaire...........	203	254	70
N° 3. Basse pression..........	305	381	100
Pompe à air du n° 3..........	229	115	
Pompe alimentaire............	38	510	

Ces machines ont été construites par MM. Mather and Platt, de Manchester, avec une grande perfection et un désintéressement auquel M. Reynolds se plaît à rendre hommage. Leurs dispositions générales, conformes au programme précité, sont complétées par quelques détails nouveaux, qui s'écartent de la pratique afin de faciliter les expériences. Les principales particularités de ce genre que l'on remarque aux cylindres et aux pistons sont les suivantes :

1° Afin d'assurer l'efficacité aussi complète que possible de l'enveloppe des parois et des fonds des cylindres, on fit le cylindre d'une chemise en acier très mince, et l'on donna aux

fonds une forme bombée facilitant l'écoulement de leur eau de condensation;

2° Afin de faciliter l'écoulement de la vapeur, on donna aux lumières une section exceptionnellement grande, égale à $\frac{1}{15}$ de celle du piston, et aux boîtes des tiroirs un volume considérable;

3° Afin de diminuer les espaces nuisibles, on fit les lumières droites et aussi courtes que possible, et l'on ne laissa aux pistons qu'un jeu de 3^{mm}. L'espace nuisible total se réduisit ainsi à 5,7 pour 100 dans la machine n° 1 et à 8,5 pour 100 dans la machine n° 3.

On dut, pour pouvoir faire varier la détente jusqu'aux grandes vitesses de 400 tours, adapter une distribution Meyer à double tiroir.

Dans chaque machine, le cylindre est porté par quatre colonnes dont l'entablement appuie latéralement par quatre vis de pression contre le haut du bâti des glissières, construit de manière à résister aux réactions horizontales, tandis que les colonnes n'ont à supporter que les réactions verticales du moteur. On évite en outre ainsi toute déformation du fait des différences de températures entre le cylindre et les bâtis, de sorte que ces machines peuvent faire facilement 100 chevaux à 400 tours sans chauffer aucunement.

Ainsi qu'on le voit sur la *fig.* 4 (*Pl. VI*), l'arbre des machines est placé à une hauteur au-dessus du sol (0^m,90) suffisante pour loger facilement les dynamomètres, les freins, etc., et des poulies de 1^m,50. L'écartement relativement considérable des machines était exigé par la disposition des embrayages qui permettait de les accoupler à volonté et par l'espace à prévoir pour les munir chacune d'un frein indépendant.

L'arbre moteur est divisé en sept tronçons accouplés par six embrayages. A droite de chacune des machines, se trouvent les poulies de frein et des poulies planes ou à corde de 1^m,50 qui pèsent chacune 550^{kg}; la poulie à droite de la troisième machine, de 0^m,90, pesait 450^{kg}. Lorsque les trois machines marchent accouplées à 200 tours, on enlève les deux grandes poulies intermédiaires entre la deuxième et la troisième machine. Devant les machines, à 4^m,80 de l'arbre moteur, se trouve

un arbre de transmission pourvu de poulies de $0^m,90$ correspondant à celles de l'arbre moteur. On peut ainsi accoupler l'une ou l'autre des machines sur cette transmission, et lui faire actionner l'un quelconque des freins, de manière à en déduire son rendement.

L'accouplement est constitué, pour chaque arbre, par une sorte de joint d'Oldham (*fig.* 7 et 8, *Pl. VI*) à disque entraîné par quatre biellettes ou menottes, disposées deux à deux perpendiculairement de chaque côté du disque, de manière à laisser aux arbres une grande liberté latérale. Il suffit, pour découpler, d'enlever deux de ces biellettes retenues par quatre boulons faciles à retirer.

Disposition de la tuyauterie de vapeur. — La tuyauterie de vapeur fut disposée de manière à répondre au programme suivant :

1° Permettre d'accoupler ou de faire fonctionner les machines comme il suit :

N°s 1, 2 et 3, en triple expansion,
1 et 3, en compound,
3, en machine simple, à condensation,
1 ou 2, en machine simple, sans condensation ;

2° Fournir dans tous les cas aux machines de la vapeur sèche sans drainage intermédiaire, de manière à pouvoir mesurer d'après l'eau déchargée par la pompe à air la *vapeur* admise aux machines ;

3° Éviter tout effort ou réaction sur les machines par les dilatations et contractions de la tuyauterie.

Les échappements débouchent dans des réservoirs intermédiaires qui alimentent les machines 2 et 3, et qui peuvent aussi recevoir la vapeur directement de la chaudière. Les réservoirs à enveloppe sont constitués par des tubes en fonte de $1^m,80$ et $2^m,40$ de longueur, laissant, entre eux et des tubes intérieurs en fer, de 100^{mm} et de 150^{mm} de diamètre, un espace annulaire servant de chemise de vapeur. Ils sont reliés aux machines par des tubes en cuivre de 100^{mm} et 150^{mm} de diamètre, recourbés

de manière à former des joints de dilatation. La vapeur arrive aux réservoirs après avoir traversé un sécheur, et la robinetterie est disposée de manière qu'aucune des machines ne puisse être reliée à la chaudière autrement que par un de ces réservoirs à enveloppes, dont l'eau s'écoule toujours à la chaudière, ainsi que celle des enveloppes des cylindres. A cet effet, le niveau de l'eau dans la chaudière se trouve environ à $1^{m},80$ au-dessous du point le plus bas de ces enveloppes.

La vapeur, prise au haut du dôme de la chaudière par un tuyau de 65^{mm} de diamètre, est amenée au séparateur au travers d'une *reducing-valve* qui en abaisse la pression de $0^{kg},15$ environ. Ce séparateur reçoit aussi l'eau de condensation des enveloppes; il est pourvu d'un niveau qui indique la hauteur de l'eau qu'il renferme. Lorsque la pression du séparateur est inférieure de $0^{kg},15$ à celle de la chaudière, ce niveau se tient à $1^{m},50$ au-dessus du sol, à l'origine de l'étranglement du séparateur. Il suffit de fermer la valve de sortie qui s'y trouve et d'observer la montée du niveau-jauge du séparateur pour évaluer immédiatement la condensation dans les enveloppes et par le rayonnement.

On a été obligé d'établir une tuyauterie, comme on le voit, très compliquée pour pouvoir isoler ou réunir à volonté les enveloppes des réservoirs intermédiaires et des cylindres, au nombre total de quinze. Ne pouvant disposer toutes ces enveloppes en une série traversée par le même courant de vapeur, on s'efforça de disposer la tuyauterie de manière que la charge de la vapeur fût à peu près la même pour toutes les enveloppes. A cet effet, on posa le tuyau d'arrivée de vapeur de 65^{mm} parallèlement aux machines le plus haut possible, ainsi que les tuyaux de prise de vapeur et de purge, avec une pente constante dans le sens de la circulation de la vapeur.

Couverture des cylindres et des tuyaux. — Les cylindres sont protégés contre le rayonnement par une double couverture de bois de 13^{mm} d'épaisseur ; on dut renoncer à la laine de laitier primitivement employée et qui produisait une poussière grippeuse. La tuyauterie est enveloppée d'une garniture de pâte d'amiante de 13^{mm} d'épaisseur.

Le condenseur à surfaces, cylindrique, en cuivre mince de 355^{mm} de diamètre et de $1^{m},22$ de long, présente une surface condensante de $14^{mq},87$. Il reçoit par un tuyau de 200^{mm} la vapeur de la troisième machine.

La pompe à air a 230^{mm} de diamètre sur 115^{mm} de course, et peut fonctionner à 400 tours. Elle est commandée par la troisième machine au moyen d'un balancier.

La pompe alimentaire, de 50^{mm} de course sur 40^{mm} de diamètre, aspire son eau d'un réservoir en contre-bas de $0^{m},90$ et la refoule dans la chaudière au travers d'un serpentin réchauffeur ou économiseur de 21^{m} de long et de 30^{mm} de diamètre. Grâce à l'emploi d'un matelas d'air et de vapeur placé à $1^{m},20$ de la pompe, elle peut refouler sans chocs cette colonne d'eau, d'une inertie considérable et sous une pression de 14 atmosphères, même à la vitesse de 400 tours.

Le travail des machines n'étant pas exposé à varier d'un moment à l'autre, on jugea tout à fait inutile de les compliquer par l'addition de régulateurs; on se contenta de les pourvoir d'un régulateur de sûreté destiné à n'agir et à ne fermer la vapeur qu'au cas où la machine s'emporterait accidentellement à partir de 600 tours par minute.

Chaudière. — La chaudière, du type locomotive, avec corps cylindrique et boîte à feu en tôle d'acier de 14^{mm} d'épaisseur, a des tubes en fer de 50^{mm} extérieur et de $2^{m},40$ de long, présentant une surface de chauffe de $14^{mq},87$, la même que celle des tubes du condenseur. Le foyer, en tôle de fer de 13^{mm}, a 685^{mm} de long, sur 710^{mm} de large et $1^{m},22$ de haut, avec une surface de chauffe de $3^{mq},90$; surface de grille, $0^{mq},371$.

Les produits de la combustion descendent de la boîte à fumée à la cheminée le long d'un réchauffeur placé sous la chaudière, et dont le serpentin, traversé par l'eau d'alimentation en sens inverse du courant du gaz, présente une surface de chauffe de $4^{mq},65$. Les $\frac{4}{5}$ des tubes de ce réchauffeur ($3^{mq},70$) sont constamment nettoyés à volonté par un grattoir. La cheminée, de 30^{m} de haut, provoque un tirage naturel d'environ 10^{mm} d'eau.

La chaudière et son réchauffeur sont enveloppés dans une maçonnerie prolongée du côté du foyer en forme d'une chambre de $1^m,80 \times 1^m,80 \times 2^m,40$ de haut, qu'il suffit de fermer pour pouvoir marcher au vent forcé par un ventilateur jusqu'à 50^{mm} d'eau.

Appareils de mesures.

Ces appareils comprennent, outre les dynamomètres et les indicateurs, les dispositifs nécessaires pour mesurer l'eau des enveloppes, la décharge du condenseur, la température des gaz du foyer à la sortie des tubes et du réchauffeur ainsi que celle de l'eau d'alimentation à l'entrée puis à la sortie du réchauffeur.

L'eau de circulation du condenseur lui vient d'un réservoir de 50^{mc}, placé à 35^m au-dessus du condenseur. Cette eau s'écoule d'abord dans un premier réservoir, puis de ce réservoir dans un second, au travers d'un déversoir à débit jaugé expérimentalement en fonction de son niveau, et dont on peut d'ailleurs contrôler les indications d'après la capacité connue du second réservoir, indiquée aussi par son niveau. Des thermomètres donnent la température de l'eau à l'entrée et à la sortie du condenseur.

L'eau de condensation, d'abord séparée de son huile, est mesurée par un compteur Donkin qui la déverse dans la bâche de la pompe alimentaire. On évalue ainsi du même coup le débit du condenseur et celui de la pompe. Le condenseur est pourvu d'indicateurs du vide Bourdon et de thermomètres qui donnent la température de l'eau du condenseur à sa sortie.

Le séparateur fournit la mesure de la condensation dans les enveloppes.

Chaque machine est pourvue d'un compteur de tours.

Les indicateurs sont placés, comme le montre la *fig.* 1, sur les extrémités des cylindres, et disposés verticalement; ils sont actionnés par le levier de la pompe à air dans le cas de la troisième machine, ou par la crosse du piston pour les deux autres. Les tambours des indicateurs reçoivent leur mouvement d'un fil d'acier accroché au levier de la pompe ou à la crosse et tendu

par un ressort fixé au plafond. Ce fil porte deux boucles aux-

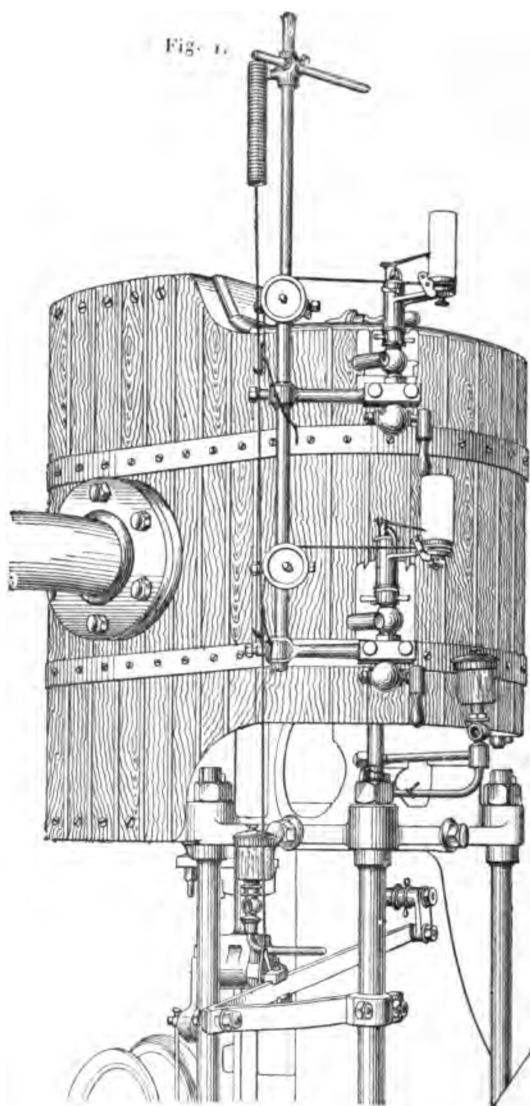


Fig. 1.

quelles on peut très facilement accrocher les cordes des indicateurs.

Freins dynamométriques hydrauliques. — Après un examen très attentif de la question des freins dynamométriques, M. Reynolds s'est décidé en faveur du frein à réaction hydraulique de Froude, mais en le complétant par des ouvertures formées dans la coquille et dans les vannes du frein de manière à empêcher l'air de l'eau de s'accumuler au centre du tourbillon, autour de l'axe du frein où la pression est moindre. On peut en outre remplacer par le réglage de ces ouvertures le jeu des cloisons mobiles du frein de Froude, et faire ainsi varier dans des limites très étendues la résistance du frein. De plus, le débit de l'eau dans les freins est réglé automatiquement par des robinets reliés à leur levier de façon à maintenir leur résistance sensiblement constante indépendamment de la vitesse.

Les turbines des freins adoptés, construits aussi par MM. Mather and Platt, ont 457^{mm} de diamètre. Leurs leviers ont $1^m,22$ de long avec un jeu de 50^{mm} entre les taquets à leurs extrémités. Leurs oscillations sont très faibles. On a pu laisser ces freins fonctionner presque sans aucune surveillance pendant un an (1).

Essais des machines.

Les essais des machines nécessitèrent, pour être conduits d'une façon méthodique et ininterrompue, l'emploi d'un personnel nombreux et préalablement entraîné. On n'eut pas de peine à recruter ce personnel parmi les élèves de Owen's College. M. J. Hall fut chargé de la conduite de la chaudière et des machines ; la surveillance des expériences fut confiée, sous la direction générale de M. Reynolds, à MM. Foster et Mackinson.

La répartition des services était la suivante :

Six assistants pour relever simultanément, à chaque demi-heure, six diagrammes aux extrémités des cylindres, et les totaliser.

---

(1) L'appareil de M. Froude, très remarquable, est encore peu connu en France. On en trouvera la description et la théorie dans le journal *la Lumière électrique* du 1er juillet 1882, p. 18.

Trois assistants pour relever toutes les dix minutes les chiffres des compteurs de tours et ceux des freins, calculer la puissance des machines, noter les circonstances intéressantes de la marche.

Un assistant au compteur de l'eau de condensation; un autre pour mesurer le débit et la température de l'eau de circulation.

Un aide pour mesurer toutes les demi-heures la condensation aux enveloppes; un pour noter la dépense du charbon et l'allure du feu; un pour mesurer la température de l'eau à l'entrée puis à la sortie de l'économiseur, ainsi que celle des gaz du foyer dans la boîte à fumée puis à leur sortie de l'économiseur.

Les essais se divisaient en deux séries, avec des équipes différentes : de $9^h 30$ du matin à $5^h 30$ du soir, puis de $6^h 30$ du soir à 9^h du matin.

Après avoir chauffé les enveloppes à la pression de 14 atmosphères ou les avoir purgées d'air si l'on ne voulait pas les employer, on faisait d'abord tourner les machines en pleine marche pendant une heure avant l'essai, puis on les arrêtait pendant un quart d'heure. On jetait les feux, on notait les niveaux de l'eau dans la chaudière et dans les réservoirs, et l'on commençait l'essai.

On admettait pour l'arrêt et le rallumage du feu une dépense de $6^{kg},30$ de bois et d'autant de coke. Le combustible était livré par 100 livres à la fois (46^{kg}); on ne faisait une livraison qu'après consommation complète de la précédente.

Après environ six heures de marche continue avec le tirage ordinaire et quatre heures au vent forcé, on laissait les machines tourner aussi longtemps que le permettait la charge alors en feu, et l'on ramenait l'eau de la chaudière à son niveau de départ.

On ne tenait aucun compte du poids des cendres et du charbon laissé sur la grille : l'expérience a démontré qu'on pouvait le faire sans fausser en rien les résultats pratiques des essais.

Les machines marchaient toujours à prise de vapeur grande ouverte, de manière à dépenser toute la vapeur que pouvait fournir la chaudière.

Résultats des essais.

Les essais, commencés en mars 1888, ont continué jusqu'en juin. On en a exécuté et enregistré vingt, au taux régulier de deux par semaine.

Les premiers essais, à 14^{kg} de pression à la chaudière et à triple expansion, dénotèrent, aux enveloppes, quelques fuites sans importance. A 250 tours, ces essais donnaient pour le rendement thermique du moteur, ou pour le rapport de la chaleur équivalente au travail indiqué à la somme de cette même chaleur et de la chaleur rejetée au condenseur, la valeur 0,175, et une dépense de charbon de $0^{kg},68$ par cheval-heure. Après avoir réparé les fuites des enveloppes, le rendement thermique s'élevait, dans les mêmes conditions, à 0,20, et la dépense de charbon s'abaissait à $0^{kg},60$ par cheval-heure indiqué.

Ces essais, à triple expansion et avec une pression initiale de 14^{kg}, furent répétés à des vitesses de piston variant de $1^{m},80$ à 5^{m} par seconde, dans les circonstances les plus variées, avec ou sans enveloppes. Le Tableau I (p. 364) fait connaître les principaux résultats moyens de ces essais. On remarquera que les machines, attelées à des freins indépendants, marchaient à des vitesses différentes dans un même essai. Si les trois machines avaient été accouplées, il n'aurait pu s'y produire qu'une seule détente : celle qui faisait correspondre les chutes de pression dans les cylindres avec les pressions des réservoirs intermédiaires. Avec des machines indépendantes, au contraire, chacune d'elles ajuste son allure de manière qu'il y passe la même quantité de vapeur que dans les autres, et il est facile de régler les détentes de façon qu'elles correspondent aux pressions des réservoirs. On réalise ainsi facilement, avec des machines indépendantes, la marche la plus économique aux différents degrés de détente.

Il aurait fallu au contraire, pour obtenir ce résultat avec des machines accouplées, faire varier les volumes des cylindres avec chaque degré de détente.

Contrôle des mesures. — Il est très difficile de mesurer exac-

tement l'eau passée dans les machines, et cela est pourtant nécessaire pour la comparaison des diagrammes réels avec les diagrammes théoriques. Malgré toutes les précautions prises et l'absence de fuites à la pompe et aux chaudières, on constata toujours, entre l'eau de condensation débitée par les machines et l'eau fournie par la pompe à la chaudière, une perte variant de 5 à 10 pour 100. En conséquence, on prit pour point de départ et de comparaison la dépense de l'eau dans la bâche du condenseur.

Connaissant la chaleur abandonnée à l'eau de condensation par chaque kilogramme de vapeur condensée, — environ 555 calories, — on peut déduire des mesures calorifiques du condenseur le poids de vapeur qu'il condense. En général, le poids de vapeur ainsi déterminé est, lorsque les enveloppes fonctionnent, supérieur de 4 pour 100 à celui de l'eau mesurée dans la bâche. Lorsque les enveloppes ne fonctionnent pas, cet excédent varie de 1 à 2 pour 100.

Le Tableau II donne les principaux résultats du calcul de la chaleur sortie des machines par kilogramme d'eau de condensation.

Tableau II.

		AVEC ENVELOPPES.			SANS ENVELOPPES.		
		Essai 44.	Essai 33.	Essai 56.	Essai 41.	Essai 35.	Essai 40.
Calories du condenseur par kilogr. d'eau de la bâche..	Calculées..	562	563	562	563	561	550
	Mesurées..	600	583	583	592	592	545
	Différence..	—38	—20	—21	—29	—4	—5

Pour les essais avec enveloppes, on suppose que la vapeur s'échappe à l'état de vapeur saturée sèche, en emportant au condenseur sa chaleur de vaporisation à la pression de l'échappement, comptée en partant d'eau prise à la température de la bâche, diminuée de la chaleur équivalente au travail externe d'évaporation et au travail de la contre-pression, de sorte que,

si l'on désigne, conformément aux notations de Rankine (¹), par

H_2 l'équivalent mécanique de la chaleur totale nécessaire pour vaporiser à la pression de l'échappement un kilogramme d'eau pris à la température de la bâche;
h_3, l'équivalent de la chaleur du kilogramme d'eau à cette température;
P_2 et P_3 la pression à la fin de la détente et la contre-pression, en kilogrammes;
V_2 le volume du cylindre en mètres cubes,

la chaleur déchargée au condenseur à chaque échappement est donnée par la formule

$$Q = \frac{H_2 - h_3 - (P_2 - P_3) V_2}{424} \text{ calories.}$$

Lorsqu'on marche sans enveloppes, on suppose que la vapeur admise au cylindre de basse pression à l'état sec et saturé y apporte sa chaleur totale de vaporisation H_1, depuis l'eau prise à la température du condenseur jusqu'à la pression d'admission, et qu'elle utilise au condenseur cette chaleur diminuée de la chaleur équivalente au travail indiqué I par kilogramme d'eau de condensation. Cette chaleur est égale à

$$\frac{H_1 - h_3 - I \times 4500}{n},$$

n étant le nombre de kilogrammes de vapeur condensés par minute.

Ces formules ne tiennent pas compte de la chaleur perdue par le rayonnement des parois du cylindre, etc.; et l'on ne peut les considérer que comme des approximations, utiles néanmoins pour le contrôle des résultats directs et leur discussion. Exemple : dans les essais 44, 33, 36, avec enveloppes, la chaleur déchargée du condenseur et mesurée est plus élevée de 5 pour 100 environ que les chaleurs calculées, tandis qu'elle leur est inférieure de 1 à 2 pour 100 dans les essais 40 et 35

(¹) *La machine à vapeur*. 1 vol. Dunod.

sans enveloppes. Ces différences, dont on ne peut préciser exactement l'origine, s'expliquent en partie par les variations de la perte par rayonnement, qui augmente quand on emploie les enveloppes.

Rayonnement. — L'intensité du rayonnement varie un peu avec la température de la salle des machines. En moyenne, elle est, avec de la vapeur à 14 atmosphères dans les enveloppes, de 320 calories par minute et de 260 calories sans vapeur dans les enveloppes, soit une différence de 60 calories par minute pour les trois machines.

Chaleur emportée pendant l'échappement. — On sait que l'eau précipitée sur les parois du cylindre pendant la course motrice s'y évapore pendant l'échappement aux dépens de la chaleur des parois; la vapeur d'échappement peut même, dans certains cas, être surchauffée de ce fait, et l'on serait tenté d'attribuer à une surchauffe de ce genre les différences entre les résultats et les calculs du Tableau II. Mais la température de la vapeur à l'échappement étant à très peu près celle de la saturation, on ne peut pas admettre cette hypothèse.

Lors de l'échappement, la vapeur tombe brusquement de sa pression à la fin de la détente à celle du condenseur, et la condensation qui en résulte doit être revaporisée par les parois du cylindre en leur empruntant une chaleur qui peut, dans bien des cas, expliquer en partie l'excès de la chaleur du condenseur sur la chaleur calculée. Cette chaleur, fournie aux parois par l'enveloppe ou restituée par une condensation à l'admission, traverse la machine sans y accomplir aucun travail utile, et diminue de 3 à 6 pour 100 son rendement théorique.

Les diagrammes représentés par les *fig.* 14, *Pl. VI*, ont été déduits des diagrammes réels et tracés à une échelle commune de manière qu'ils représentent les variations de volume et de pression de l'unité de poids de vapeur, — la livre anglaise de $0^{kg},450$, — dans son passage successif en triple expansion au travers des cylindres des trois machines. Les ordonnées représentent les pressions en livres par pouce carré, et les abscisses les volumes en pieds cubes par livre de vapeur.

Ainsi, dans ces diagrammes :

La plus grande longueur du diagramme représente...........	le volume effectif d'une cylindrée par chaque livre de vapeur admise ;
Les abscisses des courbes de détente et de compression.......	les volumes de la livre de vapeur aux pressions correspondantes;
L'aire des diagrammes...........	les travaux indiqués correspondants par livre de vapeur admise;
Les abscisses de la courbe de compression.....................	le volume de vapeur par livre rendu inutile par l'espace nuisible ;
Les écarts entre les courbes de détente et la courbe de saturation........................	le volume de vapeur manquant par condensation, primage ou fuites;
Le rapport des abscisses correspondant à la fermeture de l'admission et au commencement de l'échappement donne................	le degré effectif de détente.

L'aire limitée par la courbe de saturation l'ordonnée d'origine et la pression représente le plus grand travail que puisse développer la livre de vapeur maintenue saturée entre les limites données des pressions extrêmes du diagramme. Les vides entre les diagrammes réels et cette surface limite représentent les pertes dans chaque cylindre et dans le passage de la vapeur d'un cylindre à l'autre. C'est au diagramme de saturation que l'on a ramené les rendements de tous les essais avec ou sans enveloppe, bien que cette méthode ne soit rigoureuse, du moins en ce qui concerne la figuration des diagrammes comparatifs, que pour les essais sans enveloppe, où l'admission d'un poids de vapeur donné, à une pression donnée, correspond toujours au passage, au travers de la machine, d'une même quantité de chaleur, parfaitement déterminée.

Condensation, primage et fuites de la vapeur dans les cylindres d'après les diagrammes.

La perte de travail représentée sur les diagrammes par la partie noire peut provenir aussi bien d'une fuite de vapeur aux pistons que de sa condensation aux cylindres.

Or, d'après ces diagrammes, en marche avec enveloppe, la vapeur disparue dans le cylindre de haute pression reparaît tout entière avant la fin de sa course au cylindre de la deuxième machine, et la vapeur disparue pendant l'admission au cylindre de basse pression se retrouve aussi à la fin de sa course. Il semble donc qu'il n'y ait pas de fuite par les pistons de la deuxième et de la troisième machine. Reste à savoir s'il n'y a pas de fuites au piston de la première machine et aux tiroirs des autres pendant la détente. En fait, les diagrammes de la machine n° 2 ont révélé l'existence de fuites, pendant la première partie de la détente, entre le tiroir de détente et le tiroir principal. Ces fuites, qui se sont manifestées pendant les cinquante-cinq premiers essais, ont été corrigées à partir du cinquante-sixième, dont les résultats indiquent, par comparaison, l'influence des fuites en question. En outre, sauf en un seul cas, il n'y eut aucune fuite appréciable aux enveloppes. M. Reynolds en conclut que l'on peut attribuer sans erreur sensible presque toute la perte des diagrammes à la condensation aux cylindres.

Il faudrait, pour éviter complètement cette condensation, maintenir constamment les parois des cylindres à la température d'admission. Il ne suffit pas, pour cela, de les envelopper de vapeur à peu près à la pression de la chaudière, car la température des parois intérieures du cylindre est toujours moins élevée que celle des parois extérieures ou de l'enveloppe.

Cette chute ou différence de température est nécessaire afin que la chaleur puisse traverser l'enveloppe avec assez d'abondance pour maintenir la vapeur en saturation pendant toute la durée de la détente, sans condensation sur les parois.

Considérons, par exemple, le premier cylindre, celui de haute pression. Un kilogramme de vapeur exige, pour se main-

tenir saturé pendant sa détente de 14^{kg} à 5^{kg},40, environ 31 calories, soit, pour les 270^{kg} de vapeur admis par heure à ce cylindre, environ 8370 calories à fournir par l'enveloppe. Comme la surface de cette enveloppe n'est que de 0^{mq},14, elle devra fournir de la chaleur au taux de 60 000 calories environ par heure et par mètre carré, ce qui exigerait, étant donné que son épaisseur est de 10^{mm}, une différence de température de 22° environ entre ses parois externes et internes. La température de la vapeur dans l'enveloppe devrait donc être supérieure de 20° à la température moyenne de la vapeur dans le cylindre. Or, lorsqu'on marche sans enveloppe, la température moyenne de la vapeur, de 195° à l'admission et de 150° à l'échappement, est d'environ 173°, ou inférieure de 22° à celle de l'enveloppe, laquelle ne peut donc fonctionner qu'avec un excès de température théorique d'environ 2°. En d'autres termes, l'enveloppe ne pourrait jamais maintenir les parois qu'à une température supérieure de 2° environ à celle nécessaire pour conserver le régime de saturation. On en conclut que son action sur la condensation de la vapeur doit être très faible.

Dans le cylindre intermédiaire, — celui de la deuxième machine, — il faut autant de chaleur pour prévenir la condensation que dans le premier, mais une différence de température moitié moindre, puisque la surface de l'enveloppe est double. Comme la température de l'enveloppe est, pour ce cylindre, supérieure de 34° à celle de la vapeur à l'admission, la condensation ne s'y produit que très peu, sur certaines parties des parois plus épaisses.

Enfin, dans le cylindre de basse pression, où la température de l'enveloppe est supérieure de 78° à celle de la vapeur à l'admission, la condensation doit être encore plus faible que dans la machine n° 2. On voit en effet, sur les diagrammes C, que cette condensation, toujours très faible, augmente un peu jusqu'à ce que la détente atteigne 1,5 à 2, puis disparaît graduellement. Ces diagrammes démontrent donc qu'il suffit aux enveloppes d'un excès de température de 78° sur celle de la vapeur d'admission pour éviter toute condensation sensible dans un cylindre traversé par 325^{kg} de vapeur à l'heure.

D'après les diagrammes des essais 40, 41 et 35, exécutés

sans enveloppes, la condensation augmente d'un cylindre à l'autre ; c'est ce qui explique en grande partie les vitesses différentes que ces machines prennent dans la marche sans enveloppes. Quant à la valeur relative de la condensation aux différents points de la course, elle suit, comme l'indique le Tableau ci-dessous, à peu près la même loi dans tous les cylindres.

Condensation sans enveloppes.

	NUMÉROS des essais.	TOURS par minute.	DÉTENTE.	PROPORTION de vapeur condensée à la fermeture de l'admission.	à la détente.	à l'échappement.
Machine n° 1 ...	41	146	2,7	0,40	0,39	0,30
	35	229	2,3	0,29	0,27	0,22
	40	322	2,0	0,22	0,21	0,17
Machine n° 2 ...	41	127	2,4	0,41	0,345	0,29
	35	215	2,4	0,38	0,34	0,26
	40	320	2,2	0,30	0,27	0,14
Machine n° 3 ...	41	109	2,7	0,51	0,48	0,37
	35	184	3,05	0,48	0,47	0,33
	40	276	2,6	0,42	0,36	0,23

La chaudière vaporisait en moyenne $10^{kg},4$ d'eau par kilogramme de charbon, à la pression de 14^{kg} et avec de l'eau réchauffée à 55°, soit, en supposant que l'eau fût entièrement vaporisée, un rendement de 6300 calories utilisées par kilogramme de houille. Les gaz entraient dans le réchauffeur à 260° environ, en sortaient à 97°, et chauffaient l'eau de 55°.

Discussion.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer dès l'origine, les expériences de M. Reynolds ne sont pas aussi complètes qu'on aurait pu l'espérer, principalement en ce qui concerne la com-

paraison raisonnée des marches en machine simple, compound et en triple expansion. La plupart des éléments de cette comparaison se trouvent, il est vrai, dans les Tableaux de M. Reynolds, mais le Mémoire aurait certainement gagné beaucoup à ne pas les laisser à l'état de simples données, abandonnant au lecteur le soin d'en tirer lui-même des déductions comparatives.

Plusieurs ingénieurs, notamment MM. Bodmer et Willans, ont insisté pendant la discussion sur ce point faible du Mémoire de M. Reynolds, ainsi que sur la perte inexpliquée de 5 à 10 pour 100 d'eau, que l'on aurait pu, d'après eux, sinon éviter, du moins localiser avec plus de précision que ne l'a fait l'Auteur.

A ces quelques réserves près, on s'est accordé pour reconnaître la grande valeur des essais de M. Reynolds, et surtout l'intérêt d'une installation disposée comme la sienne, pour étudier à volonté, sur des machines ne s'écartant pas beaucoup des conditions de la pratique, les problèmes les plus intéressants de la machine à vapeur moderne.

Nous nous contenterons de reproduire avec quelque étendue les observations présentées par M. Dwelshauvers Dery, l'éminent professeur de Liège, parce qu'elles résument très bien la plupart des critiques adressées au Mémoire de M. Reynolds, et qu'elles présentent, en outre, plusieurs considérations très importantes.

Comme le fait remarquer avec raison M. Dwelshauvers, il faudrait, pour apprécier et déterminer le rôle des enveloppes par la méthode rigoureuse de Hirn, connaître, pour chaque cylindre, le volume de l'espace nuisible et les volumes occupés par la vapeur aux commencements de l'admission, de la détente, de l'échappement et de la compression, son travail pendant chacune de ces phases, les diagrammes moyens à chaque bout du cylindre, le rayonnement de chaque cylindre et de chaque réservoir et la chaleur fournie par la vapeur à chacune des enveloppes. Ces données sont, comme on le sait, indispensables pour établir les six équations fondamentales de la théorie expérimentale de Hirn; or, les tableaux de M. Reynolds ne fournissent que les éléments de la première équation : l'équation de contrôle ou de vérification, comme la balance des comptes de l'essai.

On peut néanmoins déduire de ces résultats incomplets quelques conclusions générales par la méthode qui consiste à rapporter à la chaleur totale dépensée, prise comme unité, toutes les fractions de cette balance. La chaleur totale fournie à la machine, $Q + Q'$, se compose de deux parties : la chaleur totale Q, amenée au cylindre par la vapeur, partant d'eau prise à zéro, et la chaleur Q' de l'enveloppe. On doit la retrouver dans la somme des quantités suivantes :

1° Travail externe accompli : T calories;

2° Rayonnement extérieur E;

3° Chaleur cédée au condenseur, composée de deux parties : la chaleur C, fournie à l'eau froide, et la chaleur c de la vapeur condensée.

On a donc entre ces quantités les deux équations

$$Q + Q' = T + E + (C + c)$$

et

$$1 = \frac{T}{Q + Q'} + \frac{E}{Q + Q'} + \frac{C + c}{Q + Q'}.$$

Le Tableau ci-après donne ces trois derniers rapports ainsi que les valeurs de $\frac{Q}{Q + Q'}$, $\frac{Q'}{Q + Q'}$ et $\frac{Q' - E}{Q + Q'}$ pour les six essais relatés par M. Reynolds.

On voit que c'est l'essai 56 qui a donné le meilleur rendement; que, dans certains cas, sans qu'on en sache la raison, le rayonnement extérieur E s'est montré extrêmement faible; et que la chaleur de la vapeur $(Q' - E)$ n'a guère varié dans les trois essais. On ne s'explique donc pas *a priori* la supériorité du rendement de l'essai 56.

Le rendement f d'une machine est le produit ou la résultante de plusieurs autres, savoir :

Le rendement thermique $f_1 = \frac{T - T_1}{T}$: T et T_1 étant les températures absolues de l'eau dans la chaudière et de l'eau de condensation;

Le rendement f_2 du cycle, ou le rapport du travail indiqué au travail du moteur fonctionnant suivant un cycle de Carnot entre les mêmes limites de température;

Et enfin le rendement organique f_3, de sorte que l'on a

$$f = f_1 f_2 f_3.$$

Analyse thermique.

	AVEC ENVELOPPES.			SANS ENVELOPPES.		
	Essai 44.	Essai 33.	Essai 56	Essai 41.	Essai 35.	Essai 40.
$\frac{Q}{Q+Q'}$	0,749	0,789	0,817	0,870	0,893	0,905
$\frac{Q'}{Q+Q'}$	0,251	0,211	0,183	0,130	0,107	0,095
$\frac{T}{Q+Q'}$	0,152	0,164	0,170	0,124	0,135	0,136
$\frac{E}{Q+Q'}$	0,132	0,096	0,065	0,047	0,058	0,050
$\frac{C+c}{Q+Q'}$	0,716	0,741	0,764	0,828	0,807	0,814
$\frac{Q'-E}{Q+Q'}$	0,119	0,115	0,119	0,083	0,048	0,045
f_1.	0,3944	0,3732	0,3904	0,3936	0,3795	0,3918
f_2.	0,3874	0,4389	0,4360	0,3290	0,3802	0,3766
f_3.	0,7921	0,8128	0,7649	0,7869	0,8266	0,7969
f.	0,1207	0,1331	0,1302	0,0978	0,1114	0,1080
$f_1 f_2$.	0,1524	0,1638	0,1702	0,1243	0,1347	0,1356

Ce rendement total a peu varié : de 5 pour 100 de part et d'autre de sa valeur normale, et sans raison apparente. Dans chacune des deux séries, avec ou sans enveloppes, le rendement organique a été maximum aux vitesses moyennes. Avec les enveloppes, il a été maximum aux plus grandes vitesses et minimum aux plus petites, de sorte qu'il faudrait, pour déterminer l'influence de l'enveloppe ou celle de la vitesse, éliminer f_1 et f et ne considérer que f_2.

Le Tableau ci-dessus donne les valeurs des rendements f_1, f_2, tirées des expériences de M. Reynolds : le produit $f_1 f_2$ représente le rapport de la chaleur équivalente au travail indiqué à la chaleur totale dépensée. D'après les chiffres de ce Tableau, l'enveloppe aurait augmenté de 19,4 pour 100 en moyenne le rendement f_2 du cycle.

Tableau I. — Résultats moyens des machines à triple expansion, freins séparés.

	Avec les enveloppes des cylindres et du réservoir à la pression de la chaudière. Essai 41.	Essai 33.	Essai 56.	Cylindres sans enveloppes. Réservoir à la pression de la chaudière. Essai 41.	Essai 35.	Essai 40.
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Pressions absolues. Chaudière.................	14	14	15	14,5	14,5	14
» » Réservoir n° 1....	14	13,7	14	14	14	14
» » » n° 2............	4,2	5	5,8	4,5	4,9	5,3
» » » n° 3............	1,45	1,55	1,54	1,50	1,56	1,75
Pressions moyennes indiquées au condenseur.	0,10	0,12	0,15	0,15	0,15	0,17
» » Machine n° 1...	5	4,80	4,82	4,90	5	5,10
» » » n° 2............	2	2	2,25	2,04	1,91	2
» » » n° 3............	0,81	0,80	0,85	0,82	0,80	0,80
Tours par minute. Machine n° 1.............	115	206	230,5	146	229	322
» » n° 2..............	135	241	298	127	215	320
» » n° 3.	152	249	299	109	184	276
	Chevaux	Chevaux	Chevaux	Chevaux	Chevaux	Chevaux
Puissance indiquée. Machine n° 1	8,06	13,82	15,6	10,07	16,11	23,11
» » n° 2.............	9,05	17,54	24,8	9,73	15,17	23,86
» » n° 3.	15,32	24,4	31,7	11,12	17,23	26,90
Puissance au frein. Mach. n° 1 avec arbre interm.	6,56	11,74	13,13	8,32	13,05	18,35
» » n° 2 »	8,21	14,65	18,12	7,72	13,07	19,46
» » n° 3 »	11,55	18,93	23,9	8,29	13,98	21,00
Rendement organique. Mach. n° 1 avec arbre int.	0,812	0,848	0,844	0,825	0,810	0,794
» » n° 2 »	0,835	0,835	0,73	0,793	0,861	0,815
» » n° 3 »	0,753	0,775	0,754	0,75	0,810	0,780
Puissance totale indiquée	33,23	55,76	72,1	30,92	48,51	73,81
» effective......................	26,32	45,32	55,15	24,33	40,10	58,81
Rendement organique effectif des machines 1, 2 et 3, avec arbres intermédiaires........... .	0,792	0,813	0,765	0,790	0,826	0,800

Litres d'eau passant par minute au condenseur.	95	197	206	120	155	184
Température initiale de cette eau.............	10°	20°	13°	11°	18°	11°
» finale......	27°	33°	28°	28°	37°	55°
Calories acquises par minute..........	1 570	2 500	3 215	2 060	2 870	4 300
» emportées comme chevaux indiqués par minute..............	360	596	772	230	520	800
Calories emportées comme chevaux indiqués et dans l'eau de condensation....	1 930	3 096	3 987	2 290	3 390	5 100
Rendement thermique donné par la chaleur emportée dans l'eau de condensation..........	0,185	0,192	0,194	0,141	0,153	0,155
Litres d'eau débités de la bâche par minute....	2,65	4,31	5,45	3,50	5,40	7,80
Température de la bâche....................	39°	45°	44°	43°	46°	56°
Excès de la température de la bâche sur celle de l'eau d'alimentation........................	12°,1	0°,0	5°	14°	0°,0	0°,0
Calories emportées de la bâche par minute.....	33,5	0,0	90	50	0,0	0,0
» » » par rayonnement	307,5	350	295	126	225	295
» » » des machines (totales).........	2 260	3 450	3 470	2 570	3 615	5 393
» nécessaires pour vaporiser 1kg d'eau à l'économiseur.....................	288	280	267	263	280	275
» reçues par minute en vapeur sèche ...	1 680	2 675	3 555	2 220	3 205	4 850
» reçues de chaque litre d'eau condensée à la pression de la chaudière........	211	211	209	210	210	210
Litres d'eau par minute des enveloppes........	1,27	1,63	1,80	0,70	0,90	1,18
Calories reçues par minute de l'eau des enveloppes, etc............................	585	770	830	350	412	560
Calories totales reçues par min. par les machines.	2 360	3 450	4 375	2 567	3 625	5 400
Température de l'eau à l'entrée de l'économiseur.	27°	45°	28°	28°	45°	55°
Échauffement par l'économiseur..............	53°	46°	73°	60°	42°	59°
Litres d'eau débités de la bâche par heure.....	158	260	335	210	312	408

Tableau I. — Résultats moyens des essais des machines à triple expansion, freins séparés (*Suite et fin*).

	AVEC LES ENVELOPPES DES CYLINDRES et du réservoir à la pression de la chaudière.			CYLINDRES SANS ENVELOPPES. Réservoir à la pression de la chaudière.		
	Essai 44.	Essai 33.	Essai 56.	Essai 41.	Essai 35.	Essai 40.
Calories fournies par heure à l'eau dans l'économiseur	8 375	12 050	24 250	12 450	13 125	28 500
Eau retournée par heure des enveloppes à la chaudière	75	100	107	45	53	72
Température de la chaudière	156°	156°	156°	156°	156°	156°
Température de l'eau d'alimentation (économis' et enveloppes) à l'entrée dans la chaudière	118°	121°	135°	104°	105°	127°
Alimentation par heure à la chaudière	233	360	442	255	367	545
Chaleur de vaporisation du kilogramme d'eau d'alimentation	247	245	244	255	254	243
Calories par heure transmises à la chaudière	127 250	195 000	238 000	143 000	203 700	294 700
» » reçues du foyer	135 6.5	207 050	240 450	155 450	216 825	323 200
» transmises par kilog. de houille :						
à l'économiseur	170	162	255	228	163	240
à la chaudière	2 550	2 600	2 470	4 750	4 290	4 125
totales	**2 720**	**2 762**	**2 720**	**4 978**	**4 453**	**4 365**
» par cheval-heure indiqué perdues par rayonnement aux machines	0,5	0,34	0,21	0,21	0,25	0,24
» » » à la chaudière	3,05	2	2	4,20	2,25	2,26
» » » total	**3,55**	**3,34**	**2,21**	**4,41**	**2,50**	**2,50**
Dépense de charbon par cheval-heure indiqué :	kg	kg	kg	kg	kg	kg
» » en rayonnement	0,09	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
» » en travail indiqué	0,60	0,57	0,57	0,80	0,71	0,70
» » total	**0,69**	**0,66**	**0,61**	**0,84**	**0,75**	**0,74**

PROGRAMME, POUR L'ANNÉE 1890-91,

DES COURS PUBLICS ET GRATUITS DE HAUT ENSEIGNEMENT

DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS [1].

Géométrie appliquée aux Arts (les mercredis et samedis, à neuf heures). — M. le Colonel A. LAUSSEDAT, professeur.

Grandeur et figure de la Terre. — Cartes géographiques et topographiques. — Instruments de lever et de nivellement. — Méthodes régulières, méthodes rapides, lever des plans à l'aide de la Photographie. — Cadastre. — Étude des formes générales du terrain. — Tracé des voies de communication et des travaux d'art. — Calcul des surfaces, des déblais et des remblais. — État de la Topographie et de la Cartographie en France et à l'étranger.

Géométrie descriptive (les lundis et jeudis, à neuf heures). — M. E. ROUCHÉ, professeur.

La Statique graphique : Ses principes et ses principales applications.

Mécanique appliquée aux Arts (les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts). — M. J. HIRSCH, professeur.

La Mécanique à l'Exposition de 1889 (suite). — Machines thermiques. — Machines hydrauliques. — Appareils de transmission, de levage, etc.

Constructions civiles (les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts). — M. Émile TRÉLAT, professeur, remplacé, en cas d'empêchement, par M. J. PILLET.

TRAVAUX HYDRAULIQUES. — Ouvrages sur cours d'eau : *Aménagement des rivières*. — Ouvrages sur le territoire : *Canaux*. — Ouvrages à la mer : *Protection des côtes; ports*. — Coupures d'isthmes : *Franchissements de détroits*.

---

[1] Tous ces cours ont lieu le soir et leur durée réglementaire s'étend du 3 novembre au 30 avril.

Physique appliquée aux Arts (les mercredis et samedis, à neuf heures). — M. E. Becquerel, professeur; M. H. Becquerel, professeur suppléant.

Propriétés générales de l'Électricité. — Électricité atmosphérique; paratonnerres. — Sources diverses d'électricité; machines électriques; piles; accumulateurs. — Magnétisme et électro-magnétisme; appareils et machines d'induction. — Lumière électrique; galvanoplastie; dorure; argenture, etc. — Thermométrie et pyrométrie électriques; télégraphie, téléphonie, horlogerie électrique, etc.

Électricité industrielle (1) (les lundis et jeudis, à neuf heures). — M. Marcel Deprez, professeur.

Rappel des lois fondamentales de l'électricité dynamique et l'électro-magnétisme. — Détermination des éléments numériques d'une machine devant satisfaire à des conditions données. — Machines à courant continu de divers systèmes à basse et à haute tension. — Instruments servant à mesurer et à régler l'intensité des courants. — Appareils de sécurité. — Transmission de la force et ses applications. — Moteurs électriques. — Canalisation et distribution de l'électricité.

Chimie générale dans ses rapports avec l'Industrie (les mardis et vendredis, à neuf heures). — M. É. Jungfleisch, professeur.

Généralités et métalloïdes. — Notions préliminaires et définitions. — Combinaison et décomposition. — Lois numériques des actions chimiques. — Classification des corps simples; métalloïdes et métaux. — Généralités sur les métalloïdes. — Nomenclature. — Histoire particulière des principaux métalloïdes et de leurs combinaisons non métalliques; production, propriétés, réactions, applications, notions analytiques.

Chimie industrielle (les lundis et jeudis, à neuf heures). — M. Aimé Girard, professeur.

Bois: propriétés, altérations, procédés de conservation. — Combustibles fossiles. — Gaz d'éclairage et de chauffage. — Huiles minérales.

Huiles végétales. — Essences odorantes. — Térébenthine. — Résines et vernis. — Caoutchouc et gutta-percha.

Métallurgie et Travail des métaux (2) (les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts). — M. U. Le Verrier, professeur.

Propriétés physiques et mécaniques des différents métaux. — Causes qui

---

(1) et (2) Les chaires d'Électricité industrielle et de Métallurgie et Travail des métaux ont été instituées à la demande du Conseil de perfectionnement du Conservatoire, par décret en date du 15 juillet 1890, rendu sur la proposition du Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.

font varier ces propriétés : Température, composition chimique, mode de préparation, etc. — Moyens dont on dispose pour les modifier à volonté : Procédés d'affinage et d'épuration, alliages. — Application des notions acquises à l'étude des divers procédés de travail des métaux : On étudiera spécialement le travail à chaud (laminage, forgeage, etc.) et la fusion.

Chimie appliquée aux industries de la Teinture, de la Céramique et de la Verrerie (les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts). — M. V. DE LUYNES, professeur.

Les couleurs. — Les matières tinctoriales naturelles et artificielles. — Propriétés, applications, fabrication. — Étude chimique des fibres. — Teinture, impression. — Papiers peints.

Chimie agricole et Analyse chimique (les mercredis et samedis, à neuf heures). — M. Th. SCHLŒSING, professeur.

Étude de l'atmosphère et du sol dans leurs relations avec les végétaux. — Extraction et dosage des principes immédiats les plus répandus dans les végétaux. — Analyse chimique appliquée à divers produits de l'exploitation rurale.

Agriculture (les mardis et vendredis, à neuf heures). — M. É. LECOUTEUX, professeur; M. L. GRANDEAU, professeur suppléant.

Lois fondamentales de la production animale. — Alimentation de l'homme et des animaux. — Rations. — Leur composition suivant les divers buts qu'on se propose. — Entretien; élevage. — Production de la viande et de la graisse, production du lait; production du travail. — Fumier de ferme.

Travaux agricoles et Génie rural (les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts). — M. Ch. DE COMBEROUSSE, professeur.

Dépendances de la Ferme (suite et fin). — Les étables, bergeries et porcheries. — La basse-cour. — Le lait et ses transformations. — La laiterie et la fromagerie. — Les associations fruitières. — Le verger, le fruitier et le potager. — Les abeilles.

Hygiène du cultivateur.

Conservation et préparation des récoltes. — Machines employées à l'intérieur de la ferme : Les batteuses et les égreneuses. — Les élévateurs. — Les appareils de nettoyage. — Les presses. — Les laveurs de racines. — Les hache-paille, les coupe-racines, les concasseurs, etc. — Les appareils de cuisson.

Filature et Tissage (les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts). — M. J. IMBS, professeur.

Classification générale des tissus. — Tissus, tulles, dentelles, tricots.

— Analyse et notation graphique des tissus ordinaires, armures fondamentales, armures composées. — Préparation des chaînes et des trames. — Le métier à tisser et ses adaptations aux diverses armures simples et composées.

Économie politique et Législation industrielle (les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts). — M. É. Levasseur, professeur.

Consommation de la richesse. — Épargne et caisses d'épargne. — Luxe et bien-être. — Sociétés de consommation. — Assurances. — Emploi du capital, profits et faillites. — Finances publiques : Impôts, budgets, dettes. — Population de la France comparée à celle des autres pays; émigration et immigration.

Économie industrielle et Statistique (les mardis et vendredis, à neuf heures). — M. A. de Foville, professeur.

Les grandes étapes de la civilisation. — La propriété. — Propriété bâtie et propriété non bâtie. — Progrès, transformations et situation actuelle de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce. — Commerce international. — Géographie et statistique commerciales. — Le mouvement des prix.

Droit commercial (les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts) [1]. — M. F. Malapert, professeur.

Suite des contrats commerciaux. — Rapports avec l'étranger. — Impôts sur les commerçants. — Les douanes. — Le droit maritime. — Les assurances. — Liquidation volontaire ou judiciaire. — Faillite. — Réhabilitation.

---

[1] Ce cours est suspendu depuis la fin du mois de novembre 1890, en raison du décès de M. le professeur Malapert.



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS

LE TOME DEUXIÈME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

PLANCHES.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins.

Fig. 1.

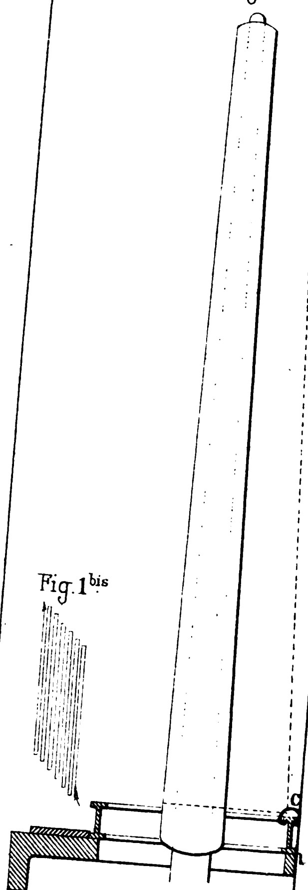


Fig. 1bis



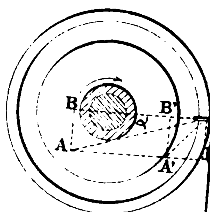
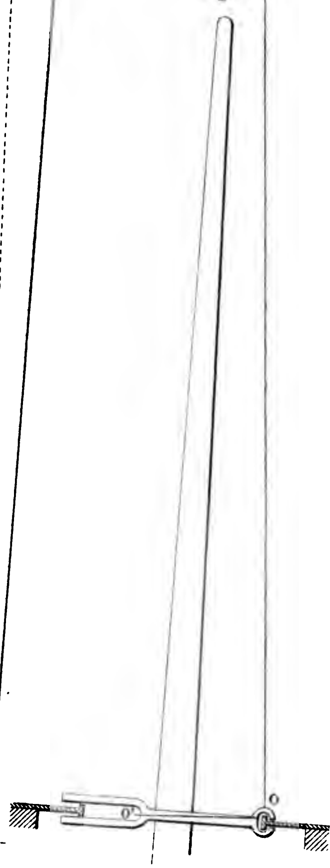


Fig. 2.

Fig. 4.



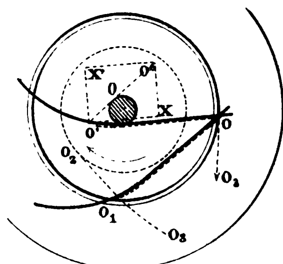


Fig. 5.

C Éditeurs. Auto-Imp. L. Courtier, 1612.-90

RURE

0.25

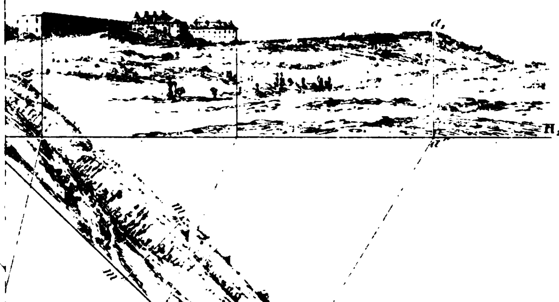
0 p

Fig orimètre.

ues
calcium.

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris. 2872-90

2.



, Éditeurs.

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris. (3189) 10-90

PECT

M'

3.

fig

an:

0m]

0m0

,02

Fil

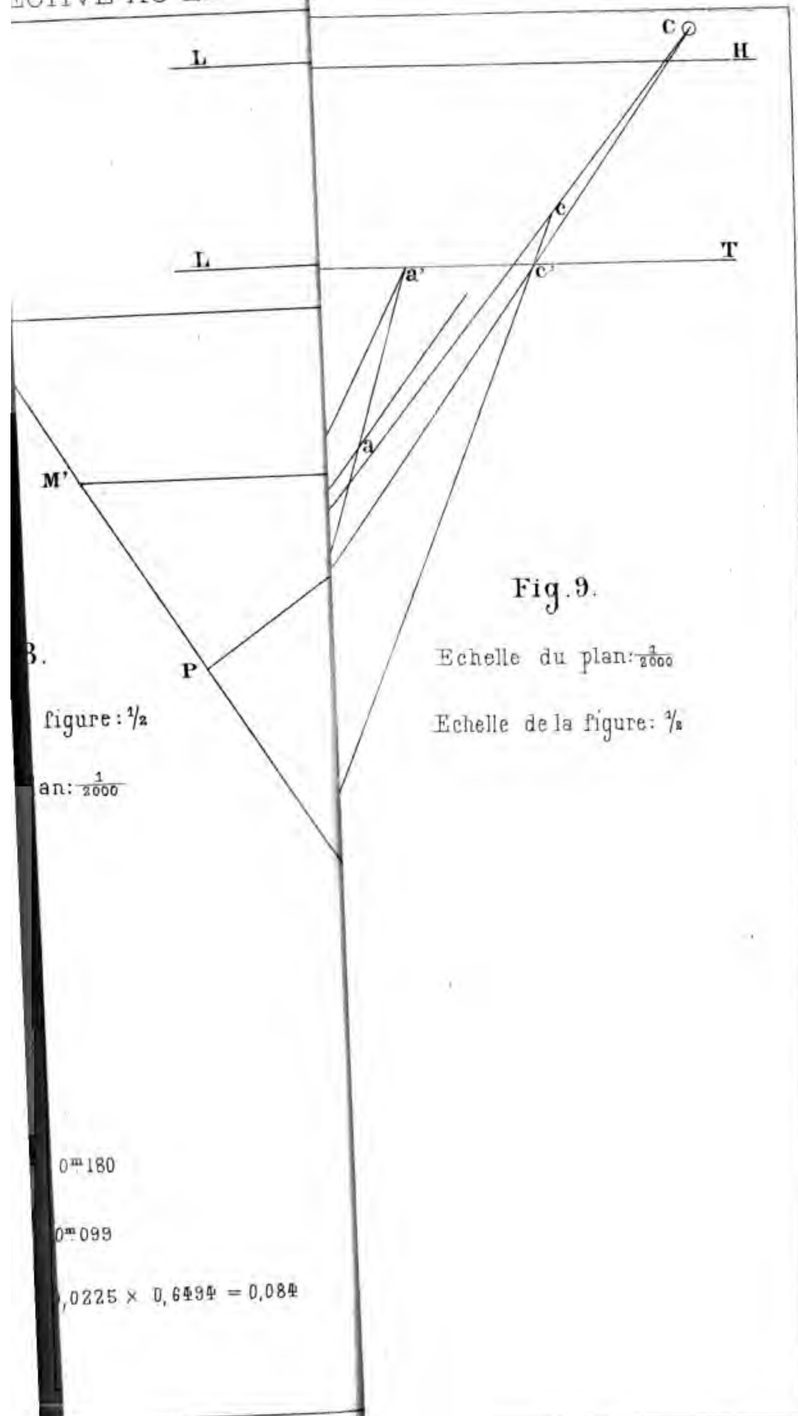


Fig. 9.

Echelle du plan: 1/2000

Echelle de la figure: 1/2

Fils, Éditeurs.

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris. (3189) 10-90

PORTE SAINT-DENIS.

Cliché de A. Giraudon. Photocollographie Berthaud.

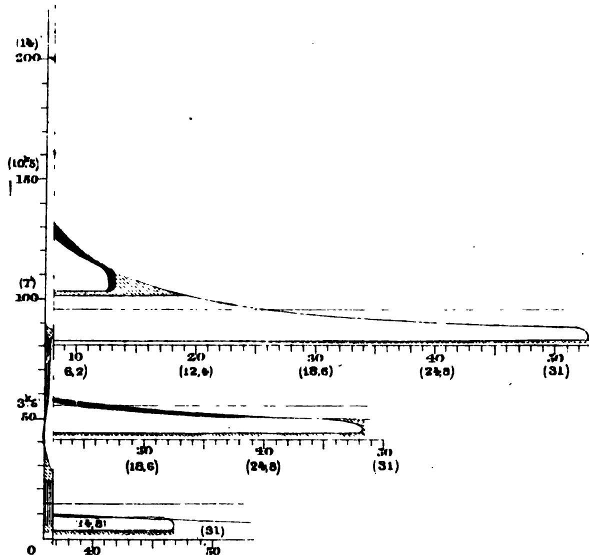
PORTE SAINT-DENIS.

Cliché de A. Giraudon. Photocollographie Berthaud.





44.



41.

Nota : Sur ces diagrammes, les Chiffres gras indiquent les Pressions en livres par Pouce carré et les Volumes en pieds cubes par Livre d'eau prise à la bâche du condenseur, les Chiffres entre parenthèses indiquent ces mêmes quantités en Kil. par centimètre carré et en mètres cubes par Kilogramme .

